

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE ESTADO-MAIOR CONJUNTO**

2019/2020



TII

**O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NO SISTEMA DE
INSTRUÇÃO DO EXÉRCITO**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Tiago Filipe Abreu Moura Guedes
MAJOR, TRANSMISSÕES**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NO
SISTEMA DE INSTRUÇÃO DO EXÉRCITO

MAJOR, TRANSMISSÕES Tiago Filipe Abreu Moura Guedes

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2019/2020



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**O IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NO
SISTEMA DE INSTRUÇÃO DO EXÉRCITO**

MAJOR, TRANSMISSÕES Tiago Filipe Abreu Moura Guedes

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2019/2020

Orientador: MAJOR, CAVALARIA

Antero de Aguiar Marques Teixeira

Pedrouços 2020



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Tiago Filipe Abreu Moura Guedes**, declaro por minha honra que o documento intitulado **O Impacto das Tecnologias Disruptivas no Sistema de Instrução do Exército** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **CEMC 2019/2020** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respectivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **08 de maio de 2020**

Tiago Filipe Abreu Moura Guedes



Agradecimentos

A realização desta investigação não seria possível sem o apoio de diversas pessoas que despenderam parte do seu tempo em colaborar e apoiar-me neste trabalho. Agradeço ao meu orientador, Major de Cavalaria Antero de Aguiar Marques Teixeira, pelas importantes orientações e suporte a este trabalho, permitindo-me uma reflexão quanto às opções a tomar nos vários passos desta investigação. Como a recolha de dados esteve dependente da disponibilidade de respostas a questionários, entrevistas presenciais e por correio eletrónico, um agradecimento a todos que contribuíram com a sua experiência e considerações no âmbito do objeto de estudo deste trabalho e em particular ao Tenente-Coronel Rui Heleno e Major Hélder Parcelas. Não obstante a pandemia mundial CoViD-19, um obrigado especial ao *Ejército de Tierra Español* pela resposta ao meu pedido de informação. Por último, mas mais importante, mais uma vez agradeço à minha esposa Vanessa Oliveira pelo encorajamento, paciência e resiliência neste período de esforço considerável que afetou a minha disponibilidade para tempo de lazer em família.



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico e concetual	4
2.1. Revisão da literatura	4
2.1.1. O novo ambiente operacional.....	5
2.1.2. As tecnologias disruptivas.....	6
2.1.2.1. Inteligência artificial	7
2.1.2.2. Simulação construtiva.....	8
2.1.2.3. Simulação computadorizada tridimensional.....	9
2.1.2.4. Virtualização.....	9
2.1.2.5. Realidade virtual	9
2.1.2.6. Realidade aumentada	9
2.1.3. O Sistema de Instrução do Exército	10
2.1.3.1. Ensino	10
2.1.3.2. Formação	10
2.1.3.3. Treino.....	10
2.1.3.4. Princípios	10
2.1.4. A simulação no Exército	11
2.2. Modelo de análise	13
3. Metodologia e método	15
3.1. Metodologia.....	15
3.2. Método.....	16
3.2.1. Participantes e procedimento	16
3.2.2. Instrumentos de recolha de dados	16
3.2.3. Técnicas de tratamento de dados.....	16
4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados	17
4.1. As tecnologias disruptivas no Sistema de Instrução do Exército	17
4.1.1. Simulação construtiva	17
4.1.2. Simulação computadorizada tridimensional	19
4.1.3. Realidade virtual	20



4.1.4.	Realidade aumentada	22
4.1.5.	Síntese conclusiva	25
4.2.	As tecnologias disruptivas na instrução de exércitos aliados	26
4.2.1.	Simulação construtiva	26
4.2.2.	Simulação computadorizada tridimensional	27
4.2.3.	Realidade virtual	28
4.2.4.	Realidade aumentada	29
4.2.5.	Síntese conclusiva	31
4.3.	Análise comparativa	31
5.	Conclusões	34
	Referências Bibliográficas.....	37

Índice de Anexos

Anexo A —	Distribuição dos Sistemas de M&S no Exército Português	Anx A - 1
Anexo B —	Tecnologias no Sistema de Instrução do Exército Espanhol.....	Anx B - 1

Índice de Apêndices

Apêndice A —	Guião das Entrevistas a entidades do Exército Português	Apd A - 1
Apêndice B —	Pedido de Informação a Exércitos estrangeiros aliados	Apd B - 1
Apêndice C —	Recolha de dados junto de entidades do Exército Português	Apd C - 1
Apêndice D —	Resumo das entrevistas durante a fase analítica	Apd D - 1
Apêndice E —	Descrição de sistemas de M&S do Exército Português	Apd E - 1

Índice de Figuras

Figura 1 – Classificação dos sistemas de simulação	12
Figura 2 – Níveis de simulação	12
Figura 3 – Associação entre conceitos	13
Figura 4 – Aspeto gráfico do VIGRESTE.....	17
Figura 5 – Aspeto gráfico do TacOps.....	18
Figura 6 – Aspeto gráfico do INFRONT 3D.....	19
Figura 7 – Simuladores Tático e Dinâmico da VBR PANDUR II 8x8.....	20
Figura 8 – Simulador para lançamento de paraquedistas	21



Figura 9 – Programas <i>Course of Fire</i> e <i>Branching Videos</i> do Simulador de Tiro Virtual..	21
Figura 10 – Simulador de condução para veículos ligeiros na iniciativa "Alista-te por um dia"	22
Figura 11 – Militar equipado com sistema SITPUL.....	23
Figura 12 – Sistema Míssil Stinger THT.....	23
Figura 13 – Uso de realidade aumentada no projeto PTCAU	24
Figura 14 – Uso de realidade virtual no projeto PTCAU	24
Figura 15 – Aspeto gráfico do sistema MASA SWORD	26
Figura 16 – Aspeto gráfico do sistema VBS	28
Figura 17 – Simulador SIMACA para treino de Controladores Aéreos Táticos Conjuntos	29
Figura 18 – Sistema de simulação real DUELO Individual no Exército Espanhol.....	29
Figura 19 – Sistema CERBERE no Exército Francês	30
Figura 20 – Imagem ilustrativa do sistema STE de RA	30
Figura 21 – Impacto das TD no SIE percecionado após recolha de dados no Exército	32
Figura 22 – Impacto das TD no SIE	33
Figura 23 – Sistemas de M&S do Exército Português	Anx A - 1

Índice de Quadros

Quadro 1 – Matriz de análise.....	14
Quadro 2 - Tecnologias usadas no Sistema de Instrução do Exército Espanhol.....	Anx B - 1
Quadro 3 – Recolha de dados junto de entidades do Exército Português	Apd C - 1
Quadro 4 – Resumo das perceções acerca da Simulação Construtiva	Apd D - 1
Quadro 5 – Resumo das perceções acerca da Simulação Computadorizada 3D.....	Apd D - 2
Quadro 6 – Resumo das perceções acerca da Realidade Virtual.....	Apd D - 3
Quadro 7 – Resumo das perceções acerca da Realidade Aumentada.....	Apd D - 4
Quadro 8 – Resumo das perceções das características transversais das tecnologias usadas nos sistemas de simulação	Apd D - 5



Resumo

A presente investigação tem como objeto de estudo a Simulação Construtiva, Simulação Computadorizada Tridimensional, Realidade Virtual e Realidade Aumentada, potenciadas pela Inteligência Artificial enquanto tecnologia disruptiva, e como podem ser usadas em proveito do Sistema de Instrução do Exército Português, analisando como o podem potenciar, identificando as suas vantagens, desvantagens, possibilidades e limitações, percecionadas por militares do Exército Português e do Exército Espanhol, complementado com observações relativas a outros exércitos aliados.

Esta investigação seguiu uma metodologia assente num raciocínio indutivo e adotou uma estratégia qualitativa seguindo um desenho de pesquisa do tipo comparativo multicaso, para o qual as técnicas de recolha de dados foram Documentais e Não Documentais, baseadas em análise documental, questionários e entrevistas semiestruturadas.

Após a análise dos dados, constatou-se que as tecnologias analisadas impactam na eficiência, eficácia e na mitigação do risco do Sistema de Instrução do Exército Português, embora não sejam prementes enquanto tecnologias disruptivas.

Como conclusões principais resultantes desta investigação, foi possível verificar que a interoperabilidade e integração entre sistemas baseados nessas tecnologias potenciam os efeitos positivos e que a realidade aumentada permite minimizar os negativos causados pelo uso de alguns tipos de tecnologias, enquanto que a evolução tecnológica tem precedência face à disruptiva.

Palavras-chave

Sistema de Instrução do Exército, Tecnologias Disruptivas, Simulação Construtiva, Simulação Computadorizada Tridimensional, Realidade Virtual, Realidade Aumentada



Abstract

This investigation focus on the Constructive Simulation, Tridimensional Computer Simulation, Virtual Reality and Augmented Reality technologies enhanced by Artificial Intelligence as a disruptive technology, and how they can be used to the benefit of the Portuguese Army Instruction System, analyzing how they can enhance it, by identifying its advantages, disadvantages, possibilities and limitations, as perceived by personnel of the Portuguese and Spanish Armies, complemented by observations from other Allied armies.

This investigation followed a methodology based on inductive reasoning and adopted a qualitative strategy following a multi-case comparative research design, using documentary and non-documentary data collection techniques, based on documentary analysis, semi-structured questionnaires and interviews.

After data analysis, it was found that the analyzed technologies impact the efficiency, effectiveness and risk mitigation of the Portuguese Army Instruction System, although they are not acting as disruptive technologies.

As main conclusions resulting from this research, it was possible to verify that interoperability and integration between systems based on these technologies enhance positive effects and that augmented reality minimizes negative effects caused by some technologies, while technological evolution takes precedence over disruptive technology.

Keywords

Portuguese Army Instruction System, Disruptive Technologies, Constructive Simulation, Three-dimensional Computer Simulation, Virtual Reality, Augmented Reality



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

3

3D Tridimensional

A

AM Academia Militar

AEEEx Área de Ensino Específica do Exército

C

CEMC Curso de Estado-Maior Conjunto

CERBERE *Centres D'entraînement Représentatifs des Espaces de Bataille et de Restitution des Engagements*

Cor Coronel

CRS *Congressional Research Service*

D

DEE Diretiva Estratégica do Exército

E

EA Escola das Armas

EdT *Ejército de Tierra*

EFT Ensino, Formação e Treino

EM Estado-Maior

EME Estado-Maior do Exército

ES Escola dos Serviços

EUA Estados Unidos da América

I

IA Inteligência Artificial

IUM Instituto Universitário Militar

F

FFAA Forças Armadas

FPS *First Person Shooter*

G

GabCEME Gabinete do Chefe de Estado-Maior do Exército

GSE Guia para a Simulação no Exército

J

JCATS *Joint Conflict and Tactical Simulation*



L

LLNL *Lawrence Livermore National Laboratory*

M

Maj Major

M&S Modelação e Simulação

N

NATO *North Atlantic Treaty Organization*

NAOp Novo Ambiente Operacional

NMSCE *NATO Modelling & Simulation Centre of Excellence*

NSCPC Núcleo de Simulação Construtiva e de Postos de Comando

NSO *NATO Standardization Office*

O

OE Objetivo Específico

OG Objetivo Geral

OOp Objetivo Operacional

OTAN Organização do Tratado do Atlântico Norte

P

PTCAU Planeamento Do Treino De Combate em Ambiente Urbano

Q

QC Questão Central

QD Questão Derivada

R

RA Realidade Aumentada

RV Realidade Virtual

RPARAS Regimento de Paraquedistas

S

SIE Sistema de Instrução do Exército

SIMACA *Simulator of Camp Artillery*

SIPRI *Stockholm International Peace Research Institute*

SITPUL Sistema de Simulação de Instrução de Tiro e de Instrução Tática de Pequenas Unidades utilizando Laser

STE *Synthetic Training Environment*



T

TCor	Tenente-Coronel
TD	Tecnologias Disruptivas
THT	<i>Tracking Head Trainer</i>
TII	Trabalho de Investigação Individual
Tir	Tirocinado
TTP	Técnicas, Tácticas e Procedimentos

U

UE	União Europeia
UEO	Unidades, Estabelecimentos e Órgãos

V

VBR	Viatura Blindada de Rodas
VBS	<i>Virtual Battle Space</i>
VIGRESTE	Visualização Gráfica e Estudo do Terreno



1. Introdução

A evolução tecnológica afirma-se como determinante na sociedade moderna, nomeadamente no crescimento dos Estados, desde a administração pública até à evolução do aparelho militar. De entre as tecnologias emergentes, destacam-se as denominadas por *disruptivas*, aquelas que permitem aos seus detentores uma clara vantagem sobre quem não as possui; evoluindo rapidamente e oferecendo uma vantagem assimétrica (Long, 2019). Um exemplo decorrente de tecnologia disruptiva (TD) são os veículos autónomos, vulgarmente conhecidos por *drones*¹ que estão rapidamente a transformar o modo como as guerras são combatidas, emergindo um novo horizonte de capacidades militares, desde a vigilância e reconhecimento à deteção de engenhos explosivos (Roblin, 2019). Como TD em crescente desenvolvimento destaca-se a Computação Quântica, que está a originar múltiplas novas aplicações relacionadas com a Defesa. A distribuição de chaves quânticas, a criptografia quântica e a deteção quântica prometem afetar significativamente a segurança estratégica dos Estados, colocando em posição de vantagem os que a detiverem em oposição aos que não a possuírem (IISS, 2019, p. 18).

A Diretiva Estratégica do Exército (DEE) 2019-2020 (Gabinete do Chefe de Estado-Maior do Exército [GabCEME], 2019, p. 35), inclui os objetivos operacionais (OOp) “OOp 5.1 - Explorar as tendências e evoluções genéticas, organizacionais e operacionais no âmbito Nacional e Internacional” e “OOp 5.2 - Aperfeiçoar processos e sistemas de informação”, demonstrando a procura ativa de acompanhamento da evolução tecnológica, onde as TD se apresentam como uma oportunidade de fomentar a eficiência e eficácia do Exército Português (doravante designado por Exército). Na mesma diretiva, os objetivos operacionais “OOp 2.1 - Maximizar as forças e o pessoal treinado e certificado, considerando os vetores de desenvolvimento das capacidades e as funções de combate” e “OOp 2.2 - Dinamizar o treino de âmbito conjunto e combinado” (GabCEME, 2019, p. 32) versam sobre o Sistema de Instrução do Exército (SIE) (Estado-Maior do Exército [EME], 2020a, p. 1-1).

Assim, ao Exército, estas novas tecnologias podem apresentar-se como uma oportunidade, na medida em que a sua eficiente exploração pode beneficiar a prontidão e emprego operacional das suas forças, nomeadamente se aplicadas ao SIE.

O objeto de estudo desta investigação abrange as TD em contexto do SIE, tendo como foco a interseção dessas duas áreas.

¹ De significado vago, referindo-se genericamente a robôs autónomos móveis, do tipo aéreo, terrestre ou marítimo (Roblin, 2019).



Como delimitação espacial, o estudo ir-se-á cingir ao Exército, Exército Espanhol e parcialmente aos Exércitos Francês, do Reino Unido e dos Estados Unidos da América (EUA) pela afinidade que tem a sua doutrina militar como aliados da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). O conteúdo da investigação terá enfoque no SIE em vigor², o qual inclui o Ensino, a Formação e o Treino (EFT) enquanto suas componentes, na simulação no Exército e na TD Inteligência Artificial (IA) enquanto potenciadora das tecnologias Simulação Construtiva, Simulação Computadorizada Tridimensional (3D), Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA). A delimitação temporal para o estudo compreende o período desde a difusão da DEE 2019-2020, em janeiro de 2019 (GabCEME, 2019) até final de abril de 2020 coincidindo com o fim da recolha de dados, considerando o ainda em vigor Guia para a Simulação no Exército (GSE) (2014) e o recente SIE, apontado o final do horizonte temporal em que a metodologia empregue, bem como as conclusões e eventuais sugestões decorrentes desta investigação se admitam como válidas.

Como Objetivo Geral (OG), foi definido o seguinte: “Analisar o potencial do uso de IA enquanto TD nas componentes do SIE.” Para atingir o OG foram elencados os seguintes Objetivos Específicos (OE):

OE1: “Analisar as possibilidades e limitações das tecnologias decorrentes de IA que atualmente integram as componentes do SIE.”

OE2: “Analisar o potencial de inclusão de novas tecnologias decorrentes de IA no SIE.”

Tendo em conta o OG, foi levantada a Questão Central (QC): “Como o uso de IA enquanto TD pode melhorar o SIE?” Para responder à QC foram elaboradas duas Questões Derivadas (QD):

QD1: “Quais as possibilidades e limitações das tecnologias decorrentes de IA que atualmente integram o SIE?”

QD2: “De que forma a inclusão de novas tecnologias decorrentes de IA pode potenciar o SIE?”

Após o presente capítulo introdutório, o segundo resume o estado da arte relativamente ao objeto de estudo e a revisão da literatura, onde são apresentados os principais conceitos abordados nesta investigação, permitindo a construção do modelo de análise. No terceiro capítulo é descrita a metodologia adotada nesta investigação, incluindo os instrumentos e

² No final do mês passado foi aprovada a nova publicação doutrinária PDE 7-00 SIE (EME, 2020a) revogando o Regulamento Geral de Instrução do Exército (2002) que regulamentava o SIE até então.



técnicas de recolha e de tratamento de dados. O quarto capítulo apresenta e analisa os dados recolhidos respondendo às QD e à QC. No último capítulo são apresentados os contributos desta investigação para o conhecimento, uma súmula dos resultados obtidos, as limitações identificadas, as propostas de trabalhos futuros subsequentes e recomendações de ordem prática na sequência das conclusões desta investigação.



2. Enquadramento teórico e concetual

Este capítulo compreende a revisão da literatura e consequente quadro teórico de referência com os principais conceitos relevantes para esta investigação, que permite a construção do modelo de análise a partir dessa base concetual.

2.1. Revisão da literatura

O EFT militar como objeto de estudo tem sido alvo de várias investigações e outras publicações com referência ao uso de tecnologias emergentes em proveito desse contexto.

A ausência de política de simulação militar em proveito do treino nas Forças Armadas (FFAA) motivou a investigação de Joaquim Borrego (2010), que ao considerar que apesar de existirem meios adequados de simulação de forma a potenciar o treino dos seus elementos para operações, em algumas áreas existiam espaços para melhorias. Prospetivou que, em benefício da preparação dos efetivos com recurso a algum investimento tecnológico de cariz virtual, este seria um mercado de muito provável progresso nos anos seguintes (2010, pp. 39-40).

Pelo facto de considerarem que o uso de tecnologias computadorizadas em contexto de treino na Defesa não era facilmente difundido em fontes abertas, Curry, Price e Sabin (2015) abordaram a introdução e desenvolvimento de jogos de computador do tipo Atirador na Primeira Pessoa (*First Person Shooter*; FPS) no Exército Britânico, tendo considerado que esse tipo de tecnologias se tornaram uma parte significativa em muitas componentes do seu ciclo de treino.

No ano passado foi proposta uma base de trabalho por Mansikka, Virtanen, Harris e Salomäki (2019), com recurso à simulação para o desenvolvimento de Técnicas, Táticas e Procedimentos (TTP) aplicada à tática de combate aéreo, correlacionando a Simulação Construtiva, Simulação Virtual e Simulação Real num processo de simulação progressiva, introduzindo novas variáveis ao longo do progresso como a interface entre o utilizador e a máquina de simulação. O estudo *Artificial Intelligence And The Future Of Defense* também aborda a tecnologia em prol do treino militar, referenciando o uso de sistemas de simulação de operações conjuntas (De Spiegeleire, Maas, & Sweijs, 2017).

Tendo como objeto de estudo a implementação de um centro de treino conjunto e de simulação para as FFAA, Ribeiro (2018) analisou as potencialidades da Modelação e Simulação (M&S) aplicadas à *Formação e Treino* e suas vantagens e desvantagens de forma transversal aos Ramos, diferenciando a simulação por uma tipologia classificada em *real*,



virtual e construtiva, e associada a escalões de forças em treino, no entanto, não versando sobre a componente de Ensino no seu estudo.

Com contornos de uma análise crítica, Fonseca (2019) abordou a viabilidade das reais possibilidades das soluções de RV ou de RA, considerando que essas tecnologias estão novamente a ser dinamizadas para a Formação, nomeadamente em ambientes militares.

Face ao estado da arte apresentado, este Trabalho de Investigação Individual (TII) é a primeira investigação com este OG e prima por congregar a IA, enquanto TD potenciadora de outras tecnologias em face às diferentes componentes do recém-aprovado SIE, produzindo uma análise transversal das várias tecnologias aplicadas às componentes do SIE.

Como enquadramento teórico e concetual importa, após contextualizar a definição de TD, caracterizar as tecnologias, que derivadas da IA são empregues no EFT em contexto militar e apresentar a estrutura do SIE. Assim, este trabalho assenta essencialmente em três grandes conceitos: o *Novo Ambiente Operacional* (NAOp), TD e o SIE. O NAOp e as TD serão abordadas segundo a doutrina militar Nacional, publicações da União Europeia (UE), OTAN, e das Forças Armadas dos EUA (Joint Chiefs of Staff, s.d.). O SIE será estudado com base em diretivas e publicações doutrinárias do Exército.

2.1.1. O novo ambiente operacional

O conceito de Ambiente Operacional é descrito como todas as condições que afetam e influenciam o emprego das capacidades de um comandante militar (*North Atlantic Treaty Organization* [NATO], 2018). O NAOp é assim moldado pelas tendências globais, entre as quais podem ser destacadas a concentração urbana da população, a digitalização das plataformas de informação e a proliferação das tecnologias (Department of the Army, 2017, p. 1-5) que moldam a atuação do instrumento militar. Ora, a tecnologia é um agente fundamental da mudança social, oferecendo novas possibilidades de produzir, armazenar e difundir conhecimento, sendo particularmente claro no domínio militar onde encontram frequentemente aplicações militares que, em alguns casos, têm efeitos disruptivos na condução da Guerra, conforme relevado pelo *Stockholm International Peace Research Institute* (SIPRI) (s.d.). Por conseguinte, é importante gerir eficazmente as novas tecnologias identificando a sua utilidade estratégica e o seu papel nas arquiteturas militares existentes, bem como os possíveis contributos para melhoria das capacidades militares globais implicando, eventualmente, alterações doutrinárias por forma a traduzir estas novas tecnologias em vantagens concretas (Lele, 2019).



No final do ano passado, em relatório ao Congresso dos EUA (*Congressional Research Service* [CRS], 2019), foi reportada a identificação de uma série de tecnologias emergentes elegíveis de constituírem um impacto disruptivo na segurança nacional nos próximos anos.

Estes potenciais desafios emergentes são tidos em conta no conceito de *Multi-Domain Operations* da OTAN, onde as tecnologias futuras se assumem como transversais aos vários domínios do espaço de batalha com implicações no treino conjunto, assunto este alvo de debate na Conferência *Shaping NATO for Multi-Domain Operations of the Future* que decorreu em outubro de 2019 (Grest, 2019; Reilly, 2019; Wijninga, 2019).

É neste contexto de multidomínio do campo de batalha que as tecnologias jogam um importante trunfo, não só no emprego operacional real mas também na preparação das forças para combate, pois o uso destas tecnologias em contexto de EFT permitem concordar com a postulação de Pires ao afirmar a necessidade de adequar as capacidades do Exército “[...] através de estruturas e organizações mais flexíveis, modelares, com menor sustentação logística [...]” (2018, p. 44).

2.1.2. As tecnologias disruptivas

Das tecnologias empregues no meio militar, nem todas têm o mesmo efeito, porquanto podem criar efeitos opostos. Se por um lado a evolução tecnológica tem permitido o melhoramento da proteção e emprego da força, por outro, também tem fornecido mais capacidade destrutiva e potencial malicioso (SIPRI, s.d.). Desta constatação importa diferir entre as tecnologias, as que se destacam – as TD.

Uma TD não se caracteriza apenas por ser novidade (*inovação*), mas por alterar completamente um paradigma (*disrupção*), pois, enquanto a disrupção se pode caracterizar por uma substituição de tecnologia, a inovação apenas está conotada com uma evolução da tecnologia, podendo ser vista como um processo racional controlado, em oposição à imprevisibilidade, irracionalidade e potencial ofensivo da disrupção (Lele, 2019, pp. 23-24).

Na visão do Chefe da Unidade para a Investigação de Inovação da Agência Europeia de Defesa,

Uma inovação disruptiva é uma inovação que muda radicalmente o modo de funcionamento e, portanto, tem um impacto significativo no mercado, na atividade económica e no que diz respeito ao sector da defesa, na forma como as forças armadas operam. Utiliza mecanismos facilitadores (técnicos ou não) e



novos paradigmas para atingir um nível de desempenho que excede os limites dos avanços tradicionais e evolutivos. (Kikiras, 2017, p. 8)

É notório que a UE reconhece o impacto que as tecnologias podem ter num sistema de instrução, prospetando que a IA nos próximos anos irá mudar a aprendizagem e o ensino (Tuomi, 2018) e os seus efeitos na Defesa europeia (Franke, 2019).

Das tecnologias disruptivas identificadas pelo Serviço de Pesquisa do Congresso dos EUA (CRS, 2019), e por vários autores (De Spiegeleire, Maas, & Sweijs, 2017; Bidwell & MacDonald, 2018; Lele, 2019), destacam-se as seguintes:

- IA;
- Armas autónomas letais;
- Armas hipersónicas;
- Armas de energia dirigida;
- Biotecnologia;
- Tecnologia quântica.

Das tecnologias acima referidas é possível concluir que a IA se destaca, permitindo derivar outras tecnologias que utilizam as capacidades que esta TD apresenta.

2.1.2.1. Inteligência artificial

Não existe uma definição oficial para IA adotada pelo Exército, adotando a OTAN a preconizada pela *International Organization for Standardization* (ISO) porquanto ramo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de sistemas de processamento de dados que desempenham funções normalmente associadas à inteligência humana (2015). A UE clarificou as diversas variantes do conceito através de relatório em abril de 2019, definindo que estes sistemas podem ser puramente baseados em *software*, agindo no mundo virtual (como assistentes de voz, de análise de imagem, motores de busca ou sistemas de reconhecimento de voz e rosto) ou podem ser incorporados em dispositivos de *hardware* (por exemplo, robôs avançados, veículos autónomos, *drones* ou aplicações da Internet das Coisas) (High-Level Expert Group on AI, 2019, p. 1).

Numa definição mais orientada para a Defesa, podemos definir o conceito de IA como sendo um sistema informático com capacidade de aprendizagem semelhante à aptidão cognitiva humana, estando atualmente a ser incorporado em várias aplicações militares, incluindo informações, vigilância e reconhecimento; logística; operações cibernéticas; comando e controlo (C2) e veículos semiautónomos e autónomos, o que concludentemente



poderá permitir novos conceitos de operações, como no emprego de enxame de *drones* (CRS, 2019).

As aplicações tecnológicas de base de IA, incluem várias categorias como a aprendizagem automática; reconhecimento de voz, gestos e texto manuscrito; reconhecimento de imagem computadorizada; assistentes pessoais virtuais; robôs inteligentes; computação aplicada (De Spiegeleire, Maas, & Sweijs, 2017, p. 45; Venture Scanner, 2016).

Pela conjunção das definições acima, podemos divergir o conceito de IA em outras tecnologias derivadas. Pelo facto de a IA permitir o processamento de algoritmos é possível que simule cenários e comportamentos e efeitos de comandos dados pelos utilizadores. Com este enquadramento podemos caracterizar os conceitos de *Simulação Construtiva*, *Simulação Computadorizada* e o conceito de *Virtualização*, conceitos estes que serão descritos em seguida.

2.1.2.2. Simulação construtiva

A OTAN define o conceito de Simulação Construtiva como uma simulação que envolve entidades de controlo simuladas, incluindo agentes e outros sistemas operacionais simulados (*NATO Standardization Office* [NSO], s.d.). Um destes sistemas largamente utilizado na OTAN e seus aliados é o *Joint Conflict and Tactical Simulation* (JCATS), sendo mesmo ministrada formação pela OTAN aos utilizadores aliados (*NATO Modelling & Simulation Centre of Excellence* [NMSCE], s.d.; *Lawrence Livermore National Laboratory* [LLNL], s.d.).

Na sua generalidade, este tipo de sistemas permite a modelação de interação de forças desde o soldado apeado até ao escalão de comando operacional conjunto. Modelam igualmente o comportamento de equipamento, como viaturas suscetíveis à tipologia do terreno, bem como os efeitos físicos das munições dos sistemas de armas das componentes terrestre, marítima e aérea.

Destinam-se igualmente a preparar comandantes e estados-maiores (EM) no processo de tomada de decisão, simulando o combate, ação das forças, equipamentos e influência do terreno, ao serem inseridas as decisões a cada escalão que irão influenciar a conduta da operação militar simulada. Igualmente, ainda que recorrendo à IA do sistema, permite responder por forças amigas ou inimigas quando não se pretenda que sejam controladas por um utilizador real.



2.1.2.3. Simulação computadorizada tridimensional

Para uma simulação personalizada ao nível individual, surgiram sistemas de simulação em computador que pretendem mostrar a vista do utilizador através de gráficos de alta resolução em 3D, em muito semelhantes à realidade, permitindo um contato mais realista ao combatente. Este tipo de sistemas está muito associado aos jogos de computador comerciais conhecidos como jogos FPS ou *Serious Games*, sendo até reconhecida a sua aplicação no ensino (Almeida, 2019). O Exército dos EUA em 2009 desenvolveu e adotou o jogo de computador 3D personalizado *America's Army*, enquanto sistema de simulação para treino na primeira pessoa (Hsu, 2010; U.S. Army, s.d.).

2.1.2.4. Virtualização

Como definição mais formal adotada pela OTAN, a Virtualização é apresentada como a ação de tornar algo virtual, isto é, interagir com uma unidade funcional que parece ser real, mas cujas funções são realizadas por outros meios (NSO, s.d.). Numa descrição mais simples pode-se definir como sendo a ação de tornar aparentemente real algo que na verdade é fictício, com o objetivo de recriar uma realidade.

Deste conceito podemos derivar dois tipos de tecnologia de virtualização, a *RV* e a *RA*.

2.1.2.5. Realidade virtual

Descrita como um conjunto de imagens e sons produzidos por um computador, que parecem representar um local ou uma situação em que uma pessoa pode participar (Cambridge Dictionary, s.d.). Estes tipos de sistemas alteram totalmente a perceção da realidade, normalmente através do uso de óculos virtuais ou ecrãs, permitindo executar ações físicas reais que terão um impacto virtual na perceção do utilizador e no sistema simulado. Como exemplo de sistemas de RV em contexto de instrução militar, apontam-se os sistemas aplicados ao treino de infantaria apeada e de pilotagem de helicópteros (HTX Labs, s.d.).

2.1.2.6. Realidade aumentada

A OTAN aprovou a definição deste conceito no ano passado, definindo esta tecnologia como sendo um tipo de RV em que os estímulos sintéticos são sobrepostos a objetos do mundo real (NSO, s.d.). Decorrente desta definição e da de RV, é possível definir que este tipo de tecnologia é produzido por sistemas que alteram parcialmente a perceção da realidade, normalmente fazendo uso de óculos virtuais, conjugando a realidade com perceções introduzidas pelo sistema, permitindo executar ações físicas reais que terão um impacto físico, virtual ou de ambos na perceção do utilizador e no sistema simulado. O



sistema *Synthetic Training Environment* (STE) além de possuir capacidades de RV, também possui funcionalidades de RA (Apex Officer, s.d.).

2.1.3. O Sistema de Instrução do Exército

O SIE em vigor, aprovado no final do mês passado, é definido como:

[...] o conjunto de entidades, de atividades, de processos e sistemas que visam o desenvolvimento contínuo das competências do potencial humano da instituição, através da satisfação das necessidades em recursos humanos devidamente qualificados e competentes, visando como estado final o cumprimento dos objetivos do Exército [...]. (EME, 2020a, p. 1-1)

O SIE é constituído por três componentes, consideradas *processos de aprendizagem*:

(i) Ensino, (ii) Formação e (iii) Treino (EME, 2020a, p. 1-1)

2.1.3.1. Ensino

Estando esta componente inserida no sistema de ensino nacional, pretende o “[...] desenvolvimento geral do indivíduo, estimulando-lhe a capacidade de raciocínio e de reflexão, a memória, o espírito crítico e análise críticas, a criatividade e a inovação, com vista à obtenção de resultados de longo prazo.” (EME, 2020a, p. 1-1). Este processo de aprendizagem, articula-se em divisões do ensino, entre as quais o Ensino Superior Militar (Politécnico e Universitário) (EME, 2020a, p. 1-1).

2.1.3.2. Formação

Apresentada como específica da Instituição Militar, “[...] tem como principal finalidade a adequação das competências, exigidas para o desempenho de cargos ou exercício de uma função, com o perfil profissional definido para o emprego operacional [...]” (EME, 2020a, p. 2-1). As divisões deste processo de aprendizagem dividem-se em Formação Inicial, Formação Contínua e Tirocínios e estágios (EME, 2020a, p. 2-1).

2.1.3.3. Treino

Sendo um “[...] processo permanente de preservação e de melhoria da capacidade militar do indivíduo [...]” (EME, 2020a, p. 3-1), pretende visar o “[...] sucesso operacional, decorrente do empenhamento de forças do Exército em Operações [...]” (EME, 2020a, p. 3-2), articulando-se em Treino Individual, Treino Coletivo e Treino Orientado para a Missão (EME, 2020a, p. 3-2).

2.1.3.4. Princípios

O princípio da Objetividade preconiza o emprego dos métodos de aprendizagem mais convenientes a fim de se atingir o nível de proficiência esperado, estando em consonância



com o princípio da Qualidade, refere um quadro de crescente especificidade técnica que induz a necessidade inevitável do uso de tecnologia evoluída no SIE como forma de obtenção de garantia da qualidade (EME, 2020a, pp. 2-1,2-2). Não obstante aos princípios anteriores, o da Segurança procura evitar a ocorrência de acidentes, pelo que considera entre as regras fundamentais “Utilizar, sempre que possível e desde que adequado, meios de M&S [...]” (EME, 2020a, p. 2-3), recorrendo a meios inertes sempre que disponíveis. Do relativo à Oportunidade conclui-se que se procura evitar o desperdício de recursos na instrução (EME, 2020a, p. 2-4).

2.1.4. A simulação no Exército

Com a crescente redução das despesas na área da Defesa, a par com a crescente tecnicidade dos equipamentos utilizados na Instrução, muitos países da OTAN têm vindo a incrementar o recurso a sistemas de simulação por forma a garantir uma elevada prontidão das suas forças operacionais (EME, 2014). Nesta senda, foi publicado o GSE (2014) com o objetivo de definir conceitos, atribuição de responsabilidades e organização em termos funcionais, hierárquicos e técnicos, relativamente ao funcionamento da Simulação no Exército, relacionando o Sistema de Simulação do Exército com os Núcleos de Simulação das várias Unidades, Estabelecimentos e Órgãos (UEO) do Exército e o Centro de Simulação do Exército. O documento que regula atualmente o SIE tece algumas noções acerca de M&S no Exército (EME, 2020a, pp. 1-7, 1-8), no entanto, o GSE continua a ser o documento enquadrante para a simulação.

Este Guia reutiliza a classificação dos sistemas de simulação definidas na Política de Simulação para o Exército exarada na Diretiva nº 170/09 do Chefe de Estado-Maior do Exército (2009), conforme representado pela Figura 1.

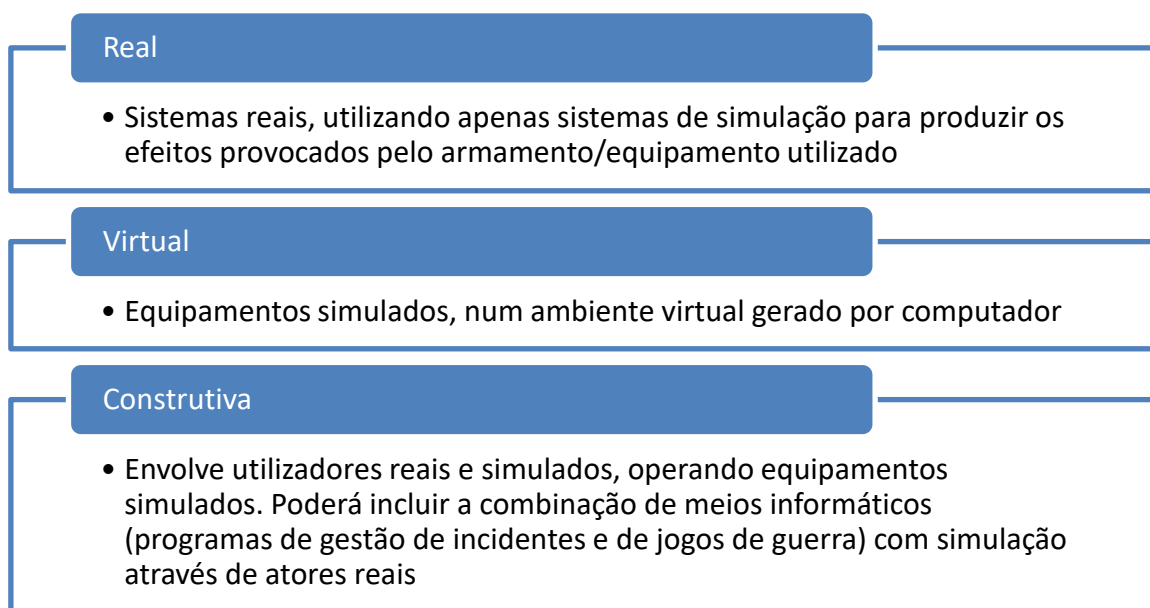


Figura 1 – Classificação dos sistemas de simulação

Fonte: Adaptado de EME (2014).

Contempla ainda uma classificação dos sistemas de simulação quanto à finalidade e escalão a que se destinam, denominados pelos Níveis de Simulação descritos na Figura 2:

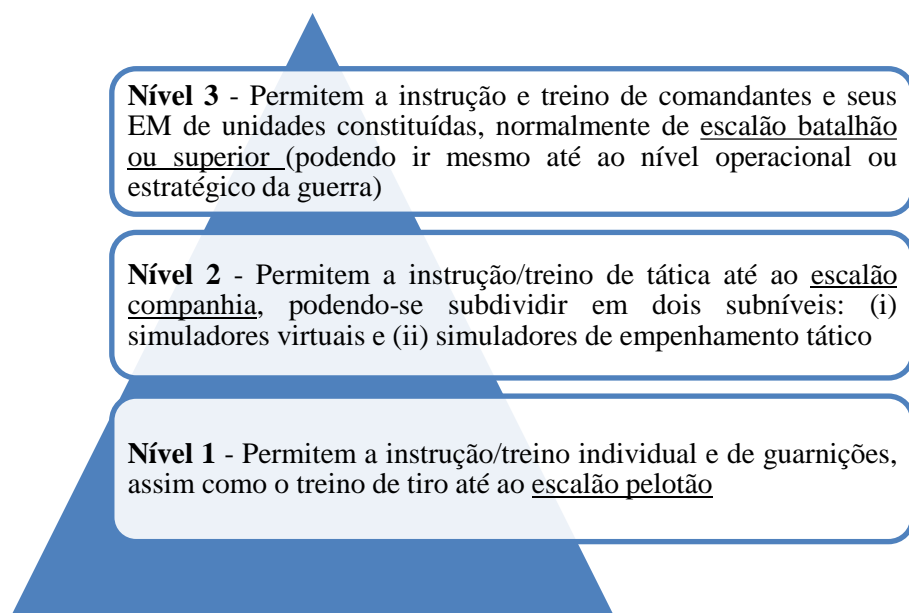


Figura 2 – Níveis de simulação

Fonte: Adaptado de EME (2014).

Atualmente, o Exército possui 16 Núcleos M&S, cuja distribuição são espelhados no Anexo A.

2.2. Modelo de análise

O NAOp é moldado pelas tecnologias emergentes aplicadas ao desenvolvimento do aparelho militar, em especial aquelas elegíveis como TD. Das várias TD, a IA em particular destaca-se pela persistência em ser considerada como TD em virtude das capacidades que apresenta como possibilidades de emprego, não só em contexto operacional, como também em contexto do EFT. Assim, podemos derivar a IA em várias outras tecnologias como a simulação com recurso a sistemas computadorizados, com a capacidade de virtualização total ou parcial (High-Level Expert Group on AI, 2019, p. 1). A Simulação no Exército pressupõe três níveis de simulação, as quais podem ser associadas às várias tecnologias referidas. As associações entre estes vários conceitos são abaixo ilustradas pela Figura 3.

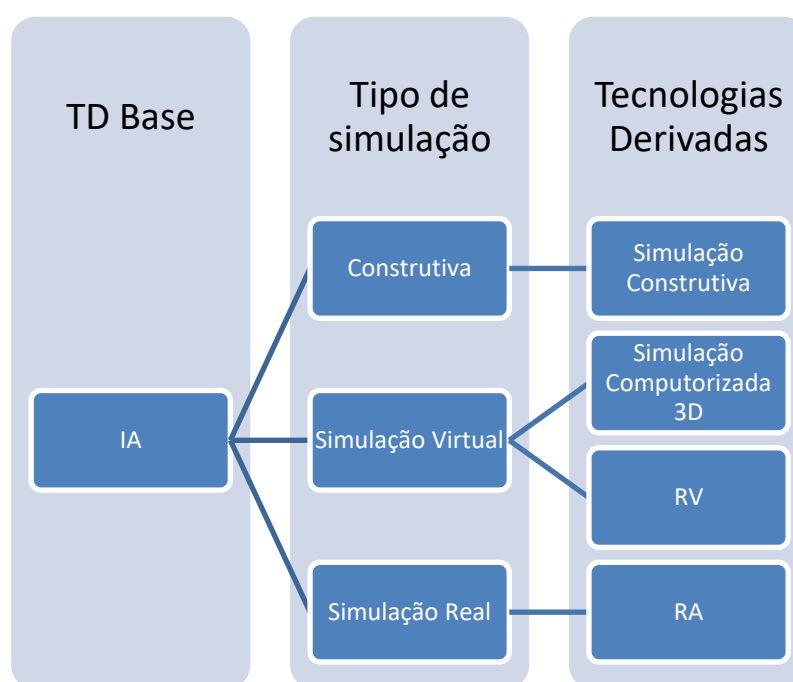


Figura 3 – Associação entre conceitos

A suprarreferida associação entre conceitos permite estabelecer uma relação para análise dos dados. Partindo do conceito geral da IA, enquanto uma TD de base, os tipos de simulação preconizadas pelo SIE são associados como dimensões do conceito IA, das quais é possível derivar as principais TD empregues em contexto de instrução militar. Para ser possível *analisar* o impacto das TD no SIE (constituídas como componentes das dimensões), é necessário procurar indicadores como as possibilidades, limitações, vantagens e desvantagens associadas a cada uma dessas TD. É com esta organização, para melhor prosseguir com o método de investigação, que foi elaborada a matriz de análise descrita pelo Quadro 1.



Quadro 1 – Matriz de análise

Conceito	Dimensões	Componentes	Indicadores	Instrumentos de Recolha
IA como TD de base	Simulação Construtiva	Simulação Construtiva	Possibilidades	Documentais
	Simulação Virtual	Simulação Computorizada 3D	Limitações	Não Documentais (questionários e entrevistas)
		RV	Vantagens	
	Simulação Real	RA	Desvantagens	



3. Metodologia e método

Este capítulo descreve a metodologia adotada e os passos tomadas durante o percurso da investigação.

3.1. Metodologia

O percurso metodológico adotado compreende uma fase exploratória, uma fase analítica e uma fase conclusiva (IUM, 2018).

Na fase exploratória, durante a revisão preliminar da literatura, foram analisadas fontes documentais escritas e executadas entrevistas e inquéritos exploratórios que possibilitaram uma observação do estado da arte relativamente ao objeto de estudo e das suas diferentes dimensões, permitindo assim a sua delimitação, bem como a definição da QC e QD.

Na fase analítica, com o objetivo de responder às QD, a análise documental e a realização de entrevistas voltaram a elegerem-se como as técnicas de recolha de dados utilizadas.

Na fase conclusiva foram avaliados e discutidos os resultados obtidos, procurando responder às QD e assim à QC, atingindo os OE e consequentemente o OG.

O presente TII foi desenvolvido com uma posição ontológica de *construtivismo*, considerando que “[...] defende que os fenómenos sociais e os seus significados estão constantemente a ser executados pelos atores sociais.” (Santos & Lima, 2019, p. 16) e epistemológica de *interpretativismo*, pois sendo esse mundo social “[...] formado por indivíduos e pelas suas interações [...]” (Santos & Lima, 2019, p. 17). Estas posições derivam do facto que o objeto de estudo assenta em tecnologia militar que molda o comportamento e ação entre os atores militares (interação entre indivíduos).

Após a revisão preliminar da literatura, foi possível concluir que existem TD empregues no SIE e em Exércitos estrangeiros, pelo que se partiu dessa base para esta investigação. Assim o percurso metodológico seguiu um raciocínio indutivo, correspondendo a uma operação mental, em que após a observação de factos particulares se estabeleceu generalizações que permitam no final formular uma teoria (Santos & Lima, 2019, p. 18). Este raciocínio foi suportado por uma estratégia de investigação essencialmente qualitativa, pelo motivo de que a delimitação de conteúdo (EFT no Exército) sem experimentação de TD associada a um estudo de horizonte temporal transversal, não iria permitir uma recolha de dados quantitativa de dimensão adequada para tratamento desses dados.



O desenho de pesquisa idealizado para este trabalho foi o Comparativo Multicaso. Este desenho de pesquisa incorpora a lógica da comparação, na medida em que podemos compreender melhor os fenómenos sociais quando são comparados em relação a dois ou mais casos utilizando o mesmo método (Bryman, 2012, p. 72).

3.2. Método

3.2.1. Participantes e procedimento

O universo da amostra de dados referente ao Exército foi centrado nas entidades que têm uma participação ativa no SIE pelas funções que desempenham nas suas UEO. O Apêndice A refere as questões colocadas às entidades enumeradas no Apêndice C contactadas e entrevistadas que contribuíram com dados para a fase analítica.

Para dar seguimento ao desenho de pesquisa definido, selecionaram-se alguns exércitos aliados da OTAN pela afinidade que têm em termos de doutrina militar com o Exército. Para ser possível recolher informação de Exércitos aliados, foi elaborado um pedido de informação, com o texto reproduzido no Apêndice B, aos Adidos Militares no estrangeiro através do Gabinete de Ligação aos Adidos de Defesa e Militares do Estado-Maior General das Forças Armadas, endereçados aos Exércitos Espanhol, dos EUA, Alemão, Italiano, Francês e Polaco. O Anexo B contém a resposta do Exército Espanhol ao solicitado preconizado no Apêndice B.

3.2.2. Instrumentos de recolha de dados

Para esta estratégia de investigação qualitativa, as técnicas de recolha de dados adotadas foram as de tipo Documentais Escritas Clássicas e Não Documentais por Observação Não Participante como a execução de questionários e entrevistas semiestruturadas, maioritariamente de resposta aberta (Santos & Lima, 2019, pp. 93-94).

3.2.3. Técnicas de tratamento de dados

Seguindo a estratégia qualitativa, os dados foram obtidos através de uma amostragem por caso múltiplo, nomeadamente o de contraste-aprofundamento, pois foram recolhidos dados dentro do Exército e dados referentes a outros exércitos, portanto em mais de um universo distinto (Guerra, 2006; Santos & Lima, 2019, p. 115). Durante o processo de análise de conteúdo, a análise descritiva seguiu uma análise tipológica por semelhança, reagrupando por critérios os sujeitos e as opiniões em agrupamentos exclusivos (Santos & Lima, 2019, p. 124). Os dados foram agrupados por tecnologias derivadas da IA e subagrupados nas categorias de Vantagens/Possibilidades e Desvantagens/Limitações a fim de serem sujeitos a uma análise de frequências.

4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados

Este capítulo pretende apresentar e analisar os dados recolhidos. Inicialmente são descritos e analisados os principais sistemas de simulação existentes no Exército, enquadrados nas componentes da matriz de análise e observado em que medida empregam tecnologias derivadas da IA. O Apêndice E descreve a informação complementar desses sistemas. No segundo subcapítulo são analisados da mesma forma os sistemas de alguns Exércitos estrangeiros aliados, permitindo que no último subcapítulo se execute uma comparação entre as várias tecnologias usadas no Exército e outros Exércitos, incidindo sobre as componentes e indicadores associados. Os dois primeiros subcapítulos permitem responder às QD1 e QD2 respetivamente e no último subcapítulo é dada resposta à QC.

4.1. As tecnologias disruptivas no Sistema de Instrução do Exército

4.1.1. Simulação construtiva

O sistema Visualização Gráfica e Estudo do Terreno (VIGRESTE) (ver Figura 4) está mais vocacionado para o treino de unidades de escalão batalhão até brigada contudo, ainda que com algumas limitações, permite o treino de unidades de escalão companhia/pelotão, constituindo-se como um sistema de simulação de Nível 1 e Nível 2 (Núcleo de Simulação Construtiva e de Postos de Comando [NSCPC], 2016, p. 6).

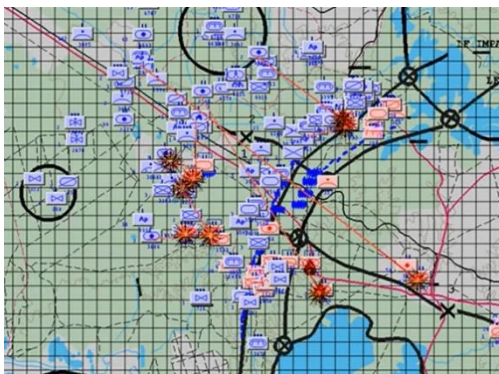


Figura 4 – Aspeto gráfico do VIGRESTE

Fonte: J. Fernandes (*email*, 28 de abril de 2020).

Outro sistema de simulação construtiva, mais dimensionado para baixos escalões é o TacOps (ver Figura 5), utilizado na Academia Militar (AM) e em algumas unidades operacionais. Permite simular várias tipologias de unidades militares, operáveis por um utilizador ou autonomamente pelo programa, permitindo assim simulações de forças opositoras sem intervenção permanente de um utilizador (J. Polho, entrevista por videoconferência, 22 de abril de 2020).

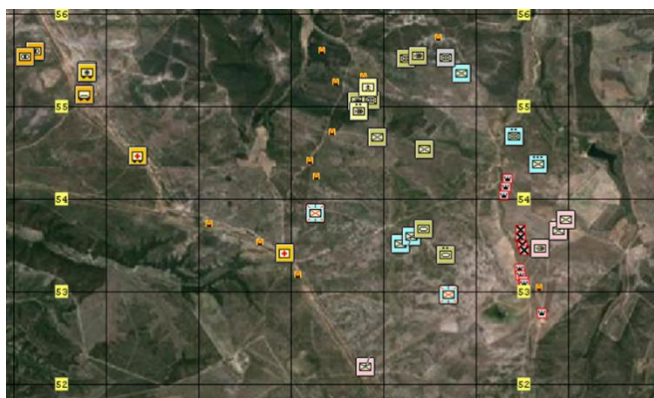


Figura 5 – Aspeto gráfico do TacOps

Fonte: J. Polho (*op. cit.*).

Na sequência das várias entidades entrevistadas, é possível tecer considerações sobre as vantagens/possibilidades e desvantagens/limitações que este tipo de tecnologia pode impactar no SIE.

Com a adoção destes sistemas é possível testar novos conceitos doutrinários (C. Ribeiro, entrevista por *email*, 12 de março de 2020; A. Fernandes, entrevista por *email*, 28 de abril de 2020), e quando aplicado em proveitos dos programas curriculares no âmbito do Ensino, permite correções na aprendizagem na medida em que “[...] possibilita um melhor entendimento [da doutrina] quer na fase de planeamento quer na conduta [...]” (P. Curro, entrevista por *email*, 20 de abril de 2020), validar procedimentos de C2 e TTP. Quando aplicado em proveito do Treino, desenvolve e permite aprimorar os modelos de resposta a problemas aplicados em exercícios (C. Ferreira, entrevista por *email*, 14 de abril de 2020) e até mesmo em futuras operações no treino com informação cartográfica real do local onde vão operar (J. Polho, *op. cit.*). Tendo em conta que não requer executantes reais, por um lado é útil na situação em que não é possível dispor dos executantes necessários para o treino, (como exemplo, derivado da atual falta de efetivos na classe de praças), e por outro lado de que o carácter didático do treino de liderança e aplicação de conhecimentos não traz impactos reais às forças (H. Ferreira, entrevista por *email*, 20 de abril de 2020). Outra vantagem é a potencial interoperabilidade entre si e para com sistemas de C2 (R. Camilo, *op. cit.*), que permite de uma forma transversal uma integração com estes sistemas que são operados em operações reais e com treino conjunto e combinado com sistemas congéneres dos países aliados (J. Marques, entrevista por *email*, 18 de abril de 2020).

Uma das características que se constitui como balizamento deste tipo de sistemas são os relativos aos custos associados, não só o inicial (C. Ribeiro, *op. cit.*) e o de carácter

periódico de manutenção (R. Camilo, *op. cit.*) mas também os recursos que um sistema desta natureza acarreta em termos de infraestruturas e pessoal dedicado à gestão do sistema (J. Marques, *op. cit.*). Não só este último pessoal técnico pesa em desfavor destes sistemas, mas também a necessária especialização dos operadores (C. Ribeiro, *op. cit.*), sendo essencial o envolvimento das chefias (C. Ferreira, *op. cit.*). Embora existam várias vantagens associadas, estes sistemas devem servir para complementar (P. Curro, *op. cit.*) não substituindo a execução prática (J. Polho, *op. cit.*).

Verifica-se que os sistemas, apesar do seu longo ciclo de vida, não contaram com atualizações que permitam explorar as possibilidades da IA, pois apenas executam um processamento de certa forma fechado e sequencial.

4.1.2. Simulação computadorizada tridimensional

Um dos sistemas em uso no SIE que se enquadra nesta tecnologia, é o simulador INFRONT 3D (ver Figura 6). Este é um simulador de tiro indireto, baseado em computador que permite a formação dos Observadores Avançados da Artilharia de Campanha. (Revista de Artilharia, 2016).



Figura 6 – Aspeto gráfico do INFRONT 3D

Fonte: J. Balola (*email*, 23 de março de 2020).

Em relação à tecnologia suprarreferida, partilham da vantagem da poupança de tempo e recursos. Ao serem projetados para formação e treino individual e coletivo aos baixos escalões, podem também estimular o espírito de equipa (C. Ferreira, *op. cit.*; R. Camilo, *op. cit.*). O facto de o treino decorrer na primeira pessoa (H. Ferreira, *op. cit.*; A. Fernandes, *op. cit.*), incentiva a “[...] criatividade para a resolução de TTP, dentro dos conceitos doutrinários e das capacidades dos meios, armamento e equipamento.” (R. Camilo, *op. cit.*). À semelhança da simulação construtiva, também é apontada a necessidade de recursos humanos especializados e infraestruturas específicas, o que acarreta mais custos (C. Ferreira, *op. cit.*). Devido às suas especificidades, estes tipos de sistemas serão mais adequados para

tarefas concretas aos mais baixos escalões, não sendo assim dimensionado para escalões superiores a companhia (H. Ferreira, *op. cit.*).

Também este sistema não incorpora as potentes valências da IA, embora já seja mais recente e possuir um aspeto gráfico tridimensional.

4.1.3. Realidade virtual

Como exemplo desta tecnologia, no Exército estão ao serviço dois simuladores para a Viatura Blindada de Rodas (VBR) PANDUR II 8x8, o Tático e o Dinâmico (ver Figura 7). O Simulador Tático SP-30 permite a simulação de três funções: (i) condutor, (ii) apontador e (iii) chefe de viatura com os monitores respetivos (N. Soeiro, entrevista por *email*, 02 de abril de 2020). O Simulador de Condução Dinâmica compreende uma cabine de treino que replica o compartimento de condução da viatura (virtualizando a imagem do exterior e ruído da viatura através de cinco monitores e sistema de som (N. Soeiro, *op. cit.*).



Figura 7 – Simuladores Tático e Dinâmico da VBR PANDUR II 8x8

Fonte: N. Soeiro (*op. cit.*).

Outro sistema que se enquadra nesta TD é o projeto em curso de um Centro de Simulação de Lançamento de Pessoal e Material do Núcleo de Simulação Aeroterrestre, iniciado em 2016 (Regimento de Paraquedistas [RPARAS], 2016), compreendendo dois simuladores: um para lançamento de pessoal (Figura 8) e outro de material (RPARAS, 2016).

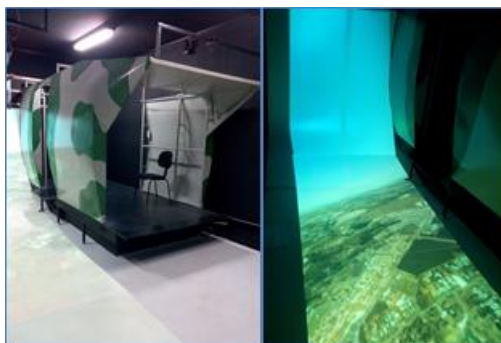


Figura 8 – Simulador para lançamento de paraquedistas

Fonte: RPARAS (2016).

O Núcleo de Simulação para Armas Individuais e Coletivas de Tiro Tenso sediado na Escola das Armas (EA) dispõe de um sistema de simulação virtual de Nível 1 (Figura 9), que gera alvos por computador na forma de imagem ou vídeo (EME, 2020b).

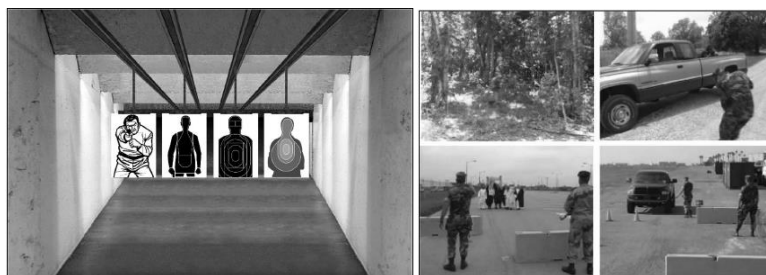


Figura 9 – Programas *Course of Fire* e *Branching Videos* do Simulador de Tiro Virtual

Fonte: Adaptado de EME (2020b).

O Núcleo de Simulação de Condução de Viaturas de Rodas, sediado na Escola dos Serviços (ES), dispõe de um simulador de condução de viaturas ligeiras ilustrado pela Figura 10, que auxilia a formação de novos condutores, através de programas de simulação interativos que permitem não só desenvolver no formando capacidades operacionais de controlo do veículo, mas também a capacidade tática em situações de perigo (A. Pereira, entrevista por *email*, 19 de abril de 2020).



Figura 10 – Simulador de condução para veículos ligeiros na iniciativa "Alista-te por um dia"

Fonte: A. Pereira (*op. cit.*).

Estes tipos de sistemas, apesar de mais próximos da realidade, podem simular atividades de alto risco, enquadrados por um ambiente seguro e controlado (C. Ribeiro, *op. cit.*), permutando assim a mitigação do risco real e aumentando a segurança (N. Soeiro, *op. cit.*). Além da redução nos custos com projeção dos utilizadores e formadores, no caso do emprego de simuladores virtuais de viaturas, a redução nos gastos com combustível e manutenção é mais evidente, a par com o menor consumo em munições reais, na medida em que permite um nivelamento da formação inicial antes do contato real com os sistemas de armas (N. Soeiro, *op. cit.*; C. Ferreira, *op. cit.*; H. Ferreira, *op. cit.*; R. Camilo, *op. cit.*; A. Pereira, *op. cit.* ; A. Fernandes, *op. cit.*). Como limitações ressalva-se que a interoperabilidade entre sistemas e custos de aquisição iniciais derivam da necessidade de equipamentos específicos, conquanto se verifica que minimizáveis essas limitações, não é possível substituir a execução real (apenas complementar), pois os formandos não podem utilizar todas as suas capacidades percetivo-motoras (C. Ribeiro, *op. cit.*; N. Soeiro, *op. cit.*; R. Camilo, *op. cit.*; C. Ferreira, *op. cit.*; H. Ferreira, *op. cit.*; A. Pereira, *op. cit.*).

Os vários sistemas apresentados partilham do uso de tecnologias mais recentes, e até combinam efeitos através da conjugação de imagens tridimensionais com movimentos físicos e produção de som concordante com a execução do utilizador. Contudo, embora mais evoluídos, não contemplam as funcionalidades avançadas de IA.

4.1.4. Realidade aumentada

Este tipo de tecnologia, embora mais atual face à recente evolução tecnológica, (em particular, a par com a evolução dos dispositivos móveis), de certa forma é-lhe possível associar alguns dos sistemas de Simulação Real já em uso no Exército.

O Sistema de Simulação de Instrução de Tiro e de Instrução Tática de Pequenas Unidades utilizando Laser (SITPUL), é um sistema de simulação de armas ligeiras de tiro

tenso com o fim de treinar o pessoal em condições próximas do real, através de emissores e recetores laser (visíveis na Figura 11) que simulam os disparos das armas ligeiras (EME, 1989).



Figura 11 – Militar equipado com sistema SITPUL

Fonte: Adaptado de EME (1989).

O Sistema Míssil Stinger *Tracking Head Trainer* (THT) apresentado na Figura 12, proporciona treino de empenhamento e operação com este míssil antiaéreo, permite realizar a mesma sequência de operações na execução de um empenhamento sobre uma aeronave sem ser necessário o lançamento real (H. Marrafa, *email*, 14 de abril de 2020).



Figura 12 – Sistema Míssil Stinger THT

Fonte: H. Marrafa (*op. cit.*).

Já tirando partido das capacidades mais recentes dos dispositivos de processamento automático e de reconhecimento de imagem, foi iniciado em 2017 o projeto “Planeamento Do Treino De Combate Em Áreas Edificadas, Utilizando Realidade Virtual e Aumentada” através do Centro de Investigação da AM e o Centro de Investigação em Ciências da Informação, Tecnologias e Arquitetura do Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa. Este projeto visa desenvolver a solução Planeamento Do Treino De Combate em Ambiente Urbano (PTCAU) para o Centro de Formação e Treino de Combate em Ambiente Urbano da EA (Ramos, et al., 2018). Desenvolveu-se um protótipo que combina as tecnologias de RV e RA (Figura 13 e Figura 14), permitindo o planeamento aos mais baixos escalões de operações de combate em áreas edificadas de forma digital e interativa, dispensando a clássica “Caixa de Areia”, reproduzindo o terreno de forma 3D, quer através

da câmara de um dispositivo móvel ou através do uso de óculos de RV ou de RA (Ramos, et al., 2018).



Figura 13 – Uso de realidade aumentada no projeto PTCAU

Fonte: Ramos et al. (2018).



Figura 14 – Uso de realidade virtual no projeto PTCAU

Fonte: P. Nunes (*email*, 18 de fevereiro de 2020).

Dos dados recolhidos, foi considerada comumente a partilha de semelhanças entre esta tecnologia e a RV, contudo, ao acrescentar fatores ambientais provocam um dilema e decisão consequente ao utilizador, a par com o esforço físico decorrente da execução mais realista (C. Ferreira, *op. cit.*; H. Ferreira, *op. cit.*; A. Fernandes, *op. cit.*; E. Sousa, entrevista por *email*, 06 de maio de 2020). Esta é uma tecnologia em crescente uso não só para o EFT, mas também para uso em operações, especialmente aplicada aos baixos escalões, fornecendo dados que apoiam a tomada de decisão e assim o C2 (R. Camilo, *op. cit.*). Em concordância com que foi perspetivado em relação às anteriores tecnologias, a necessidade de recursos específicos é novamente apontada como desvantagem. Com a evolução tecnológica, estes tipos de sistemas podem “[...] aumentar significativamente a carga cognitiva dos combatentes [...]” (R. Camilo, *op. cit.*) decorrente dos novos dados constantemente transmitidos e da possível interação e gestão complicada entre as tecnologias existentes ao nível do combatente (E. Sousa, *op. cit.*), patenteando-se como uma desvantagem.

Só nos últimos anos o Exército iniciou a adoção das tecnologias com funcionalidades de RA mais recentes, conquanto ainda que em uma fase inicial e não explorando o potencial da IA.



4.1.5. Síntese conclusiva

Analisando os resultados da recolha de dados acima, é possível verificar a convergência de alguns aspetos comuns ao uso destas tecnologias, tanto no que diz respeito às vantagens e possibilidades como desvantagens e limitações, também corroboradas pelas perceções transversais manifestadas pelas entidades entrevistadas.

A redução dos custos no EFT, mesmo que apenas na fase inicial, permite uma poupança de recursos a par do aumento da disponibilidade operacional dos sistemas reais e otimização do tempo (R. Heleno, entrevista por *email*, 13 de abril de 2020; T. Hing, entrevista por *email*, 14 de abril de 2020; J. Marques, *op. cit.*; A. Ferreira, entrevista por *email*, 08 de abril de 2020). Com a redução de custos, aumento do tempo disponível para simulações e maior disponibilidade dos meios operacionais, podemos identificar o indicador *Eficiência* como uma vantagem.

É percecionado que estas TD podem ser aplicadas em qualquer componente do SIE, pois facilitam a compreensão de conceitos e processos complexos. Para que, em contexto de Treino, sejam depois aplicados esses conhecimentos adquiridos e avaliado o seu nível, procurando a proficiência e até mesmo uma revisão das TTP (A. Ferreira, *op. cit.*; R. Heleno, *op. cit.*; T. Hing, *op. cit.*; J. Marques, *op. cit.*). Com a aplicação dos conhecimentos, em situações próximas da realidade, orientadas para a missão, sendo possível repetir os mesmos cenários simulados, é possível referenciar o identificador *Eficácia* como vantagem.

Na medida em que se reduz o risco de acidentes ou incidentes, aumenta-se a segurança dos militares no EFT, em paralelo com a diminuição da ocorrência de avarias ou maior desgaste do equipamento operacional (R. Heleno, *op. cit.*; T. Hing, *op. cit.*; J. Marques, *op. cit.*), depreendendo-se daqui a *Mitigação do Risco*, e apontando-a como outra vantagem.

Como desvantagem/limitação destes sistemas, de forma transversal é identificada a necessidade de recursos materiais, financeiros e pessoais dedicados de forma contínua (A. Ferreira, *op. cit.*; R. Heleno, *op. cit.*; T. Hing, *op. cit.*; J. Marques, *op. cit.*). Apesar dos sistemas virtuais oferecerem uma simulação próxima do real, é observada a perceção de que irão provocar um decréscimo na procura do Treino real (A. Ferreira, *op. cit.*). Com esta perceção transversal destas tecnologias, emerge a ideia de que o seu uso aplicado à simulação no EFT pode torná-la *mais virtualizada* e menos real. Este facto também é fomentado pelos menores custos associados ao uso destas tecnologias em detrimento do Treino real.

Verifica-se que nenhum dos sistemas existentes incorpora, verdadeiramente as principais capacidades que a IA pode oferecer. Este facto condiciona os efeitos potenciadores que estas tecnologias poderiam oferecer ao SIE.

Face ao exposto neste subcapítulo, é possível responder à QD1 e atingir o OE1: O uso das tecnologias potenciadas pela IA que atualmente integram o SIE, aumentam a *Eficiência*, a *Eficácia* e a *Mitigação do Risco* no EFT, conquanto promovem uma *maior virtualização* em detrimento da execução em contexto de simulação real das atividades, o que pode afetar a *Eficácia* do Treino. A incorporação de capacidades de IA relevantes enquanto TD é assim, residual.

4.2. As tecnologias disruptivas na instrução de exércitos aliados

Neste subcapítulo são apresentados os sistemas utilizados em contexto de EFT pelo *Ejército de Tierra* (EdT) Espanhol que se enquadram como aplicações tecnológicas da IA alvo de análise, na sequência da informação solicitada. Não obstante a impossibilidade de resposta de outros Exércitos, é apresentada informação limitada de alguns Exércitos aliados além do Espanhol.

4.2.1. Simulação construtiva

O EdT recorre a esta TD tanto no Ensino como no Treino Operacional, embora com propósitos diferentes, mas aplicando o mesmo sistema (EdT, 2020).

Este é uma personalização do sistema MASA SWORD (MASA Group, s.d.), ilustrado na Figura 15, denominado por MINERVA. Em contexto de Ensino, a simulação construtiva pretende desenvolver a capacidade de Liderança e Tomada de Decisão, enquanto que já em cenário de Treino Operacional visa o treino de EM de um Posto de Comando de escalões brigada e batalhão (EdT, 2020). Enquanto vantagem chave da utilização deste sistema no Treino, é apontado o benefício de não ter de dispor as forças reais no terreno (EdT, 2020).

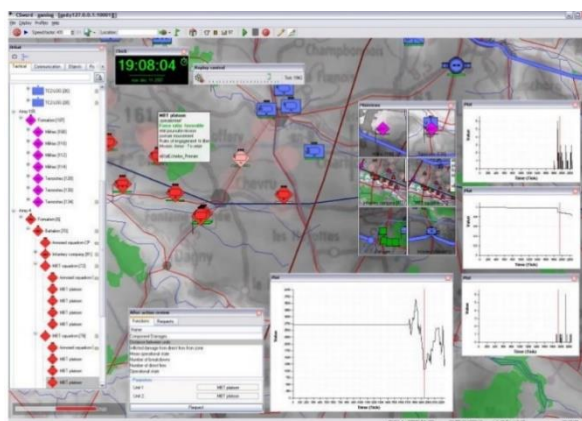


Figura 15 – Aspeto gráfico do sistema MASA SWORD

Fonte: Pedersen & Lillesø (s.d.).



Já o Exército dos EUA utiliza como sistema de simulação construtiva o JCATS. Fruto de um aturado trabalho de interoperabilidade (diferentes protocolos de dados e diferentes modelos de informação), é possível conectar ao JCATS outros simuladores e sistemas, como o *Virtual Battle Space* (VBS), o sistema de C2 da Artilharia de Campanha *Advanced Field Artillery Tactical Data System* e até um simulador de controlo de Veículo Aéreo Não Tripulado com vídeo, ficando os vários sistemas interoperáveis entre si e partilhando o mesmo cenário tático de Treino (A. Fernandes, *op. cit.*). Denota-se que esta interoperabilidade permite treinar entre diferentes audiências de treino, a par com uma integração do cenário de treino e uso de sistemas que são empregues em operações.

Estes sistemas apesar de não incluírem funções avançadas de IA, pressupõem algum processamento avançado, na medida em que permitem o teste de várias modalidades de ação, respondendo em conformidade com a doutrina pré-definida carregada no sistema.

4.2.2. Simulação computadorizada tridimensional

Os Exércitos aliados já fazem uso desta tecnologia já data de mais de uma década. O Exército dos EUA utiliza-a com o propósito de recrutamento (Hsu, 2010). O Exército Canadano, apesar de também ter adotado este tipo de sistemas, considerou-o desde logo como complementar ao Treino real (The Canadian Press, 2013).

Na preparação das forças do Reino Unido para operações no Iraque e no Afeganistão, as primeiras avaliações sobre a eficácia da utilização de jogos de computador demonstraram um significativo impacto positivo, pois a primeira experiência com estes jogos garantiu a aplicação a longo prazo desta tecnologia e será irrealista imaginar o futuro treino militar sem algum grau de tecnologia de jogos (Curry, Price, & Sabin, 2015).

Enquadrados nesta TD, o EdT tem ao serviço os sistemas VBS (ver Figura 16) e o *Steel Beasts Pro* (SBP), empregues nas três componentes análogas ao SIE. Estes sistemas são ambos utilizados em contexto de Ensino, procurando também praticar a Liderança e a Tomada de Decisão à semelhança do aplicado no sistema MINERVA (EdT, 2020). Na Formação é utilizado apenas o sistema SBP, adequado para treino de Carros de Combate e de Viaturas de Combate de Infantaria, permitindo o treino de TTP desde o nível individual ao escalão companhia e a condução de exercícios de Postos de Comando assistidos por computador até ao escalão brigada, possibilitando ainda o teste ao planeamento de missões (EdT, 2020). O VBS é o único sistema usado no Treino Operacional, visando treinar TTP do nível individual ao escalão pelotão, mas mais ajustado para forças ligeiras apeadas (EdT, 2020).



Figura 16 – Aspeto gráfico do sistema VBS

Fonte: Bohemia Interactive Simulations (s.d.).

O EdT aponta a redução do consumo de combustível e munições, bem como a melhoria na capacidade da compreensão do espaço de batalha e consequentemente da missão, como uma vantagem chave do uso desta tecnologia, porquanto não se empenham forças reais no terreno (EdT, 2020).

Constata-se que as tecnologias em uso referenciadas não são potenciadas pelo uso de funcionalidades mais elaboradas de IA.

4.2.3. Realidade virtual

A RV é referida como apenas sendo utilizada no Treino Operacional, na área de Apoio de Fogos, nomeadamente para a função de Controlador Aéreo Tático Conjunto (EdT, 2020). O sistema utilizado para o efeito é o *Simulator of Camp Artillery* (SIMACA), que além de mostrar o campo de batalha em ecrãs de grandes dimensões, permite ao utilizador observar imagens virtuais (como a aproximação de aeronaves de qualquer direção), permitindo assim desenvolver as capacidades de análise do campo de batalha do militar em treino (EdT, 2020). O sistema SIMACA configurado para o treino da função mencionada acima pode ser visualizado na Figura 17.



Figura 17 – Simulador SIMACA para treino de Controladores Aéreos Táticos Conjuntos

Fonte: EdT (2020).

Apesar das capacidades gráficas e integração com sistemas de observação virtuais, este sistema não contempla verdadeiramente as capacidades de IA.

4.2.4. Realidade aumentada

O EdT possui vários sistemas de simulação real, desde o tiro individual e coletivo à simulação de ações contra dispositivos explosivos improvisados, dispondo alguns deles de interoperabilidade entre si como o caso do sistema DUELO (ver Figura 18), análogo ao SITPUL (Llamas, 2018).



Figura 18 – Sistema de simulação real DUELO Individual no Exército Espanhol

Fonte: Adaptado de Llamas (2018).

O Exército Francês, através do seu *Centre d'Entraînement aux Actions en Zone Urbaine* está a implementar o sistema *Centres D'entraînement Représentatifs des Espaces de Bataille et de Restitution des Engagements* (CERBERE) que irá substituir o sistema atual de simulação em utilização semelhante ao SITPUL. Este novo sistema também funciona por infravermelhos, dispondo da possibilidade adicional de ser acoplado a viaturas e a

armamento anticarro (S. Monteiro, entrevista por *email*, 23 de abril de 2020). O CERBERE conta com a possibilidade de controlo de efeitos adicionais do ambiente de combate, como por exemplo a produção de fumo, explosões e outros sons, bem como da informação de georreferenciação e estado dos seus participantes (S. Monteiro, *op. cit.*). A Figura 19 mostra uma fotografia tirada durante testes do sistema CERBERE em 2017.



Figura 19 – Sistema CERBERE no Exército Francês

Fonte: *Ministère de Armées* (2017).

Também o Exército dos EUA tem aderido a esta tecnologia com o sistema STE (ilustrado na Figura 20) que fornece uma capacidade de formação cognitiva, coletiva, multiescalão e treino da missão para os domínios de formação operacional, institucional e de autodesenvolvimento, convergindo os ambientes de treino construtivos, virtuais e computadorizados através de uma interação de treino real adicionado de RA (Apex Officer, s.d.; Szondy, 2014).



Figura 20 – Imagem ilustrativa do sistema STE de RA

Fonte: Apex Officer (s.d.).

É evidente o avanço tecnológico em termos de sistemas de simulação virtuais dotados de RA, no entanto não é possível atestar o uso de IA nas suas funções mais poderosas.



4.2.5. Síntese conclusiva

Com o descrito neste subcapítulo, é possível verificar as características principais dos sistemas dos Exércitos aliados referenciados que fazem uso das tecnologias em análise. A redução de custos com projeção de pessoal e material, a par com o desenvolvimento de interoperabilidade e integração entre sistemas de simulação (como no caso do JCATS, CERBERE e STE) evidenciam um aumento do indicador de *Eficiência*. Os sistemas desenvolvidos com propósitos orientados para a missão e mais próximos da realidade (como SIMACA, CERBERE e STE; também interoperáveis entre si) denotam a procura em alcançar efeitos específicos orientados para a missão, com o intuito de promover o indicador *Eficácia*. Conforme o referido pelo EdT, os sistemas de M&S permitem que não sejam empenhadas forças reais no terreno, o que além do impacto na redução dos custos já referenciados, pode induzir a redução de ocorrência de acidentes e incidentes, portanto alimentando o indicador *Mitigação do Risco*.

Olhando de forma transversal para o uso das várias tecnologias verifica-se que apesar de se reconhecer o acompanhamento da evolução tecnológica, as mesmas não exploram as potencialidades mais prementes da IA.

Tendo por base as conclusões referidas, é possível responder à QD2 e atingir o OE2: Observando-se a existência de sistemas recentes que exploram melhor as tecnologias potenciadas pela IA, verifica-se que estes procuram uma semelhança mais fiel com a realidade através do entrosamento de vários sistemas que simulam os vários efeitos do campo de batalha, o que é concomitantemente conseguido, em especial, com os sistemas de RA que assim contribuem para a *Eficácia* do EFT, minimizando os efeitos negativos da simulação. Os que possuem mecanismos de interoperabilidade e integração entre sistemas contribuem positivamente assim para a *Eficiência* da instrução. Quanto ao uso de IA nas tecnologias verifica-se que é muito reduzido face às potencialidades dessa TD.

4.3. Análise comparativa

Este subcapítulo pretende comparar os dados obtidos de fontes do Exército em face aos dados obtidos referentes aos exércitos aliados referenciados.

Com a análise dos sistemas atuais que utilizam as tecnologias potenciadas pela IA no SIE e a perceção de algumas entidades entrevistadas do Exército acerca das possibilidades e limitações destes sistemas, foi possível concluir que estes contribuem para a *Eficiência*, *Eficácia* e *Mitigação do Risco* no EFT. Decorrente da perceção descrita pela experiência dos sistemas existentes, depreende-se que estes apresentam limitações na reprodução da

realidade, o que, embora mantenham a contribuição para a eficiência e mitigação do risco no EFT, podem de certa forma diminuir a eficácia por não serem capazes de reproduzir adequadamente a realidade. Além de os sistemas não contemplarem capacidades de IA relevantes, também não é visível nas observações a necessidade de incorporar uma TD que mude completamente o paradigma da simulação no SIE. A Figura 21 esquematiza a conclusão da percepção acerca do impacto das TD no SIE após análise da recolha de dados no Exército.

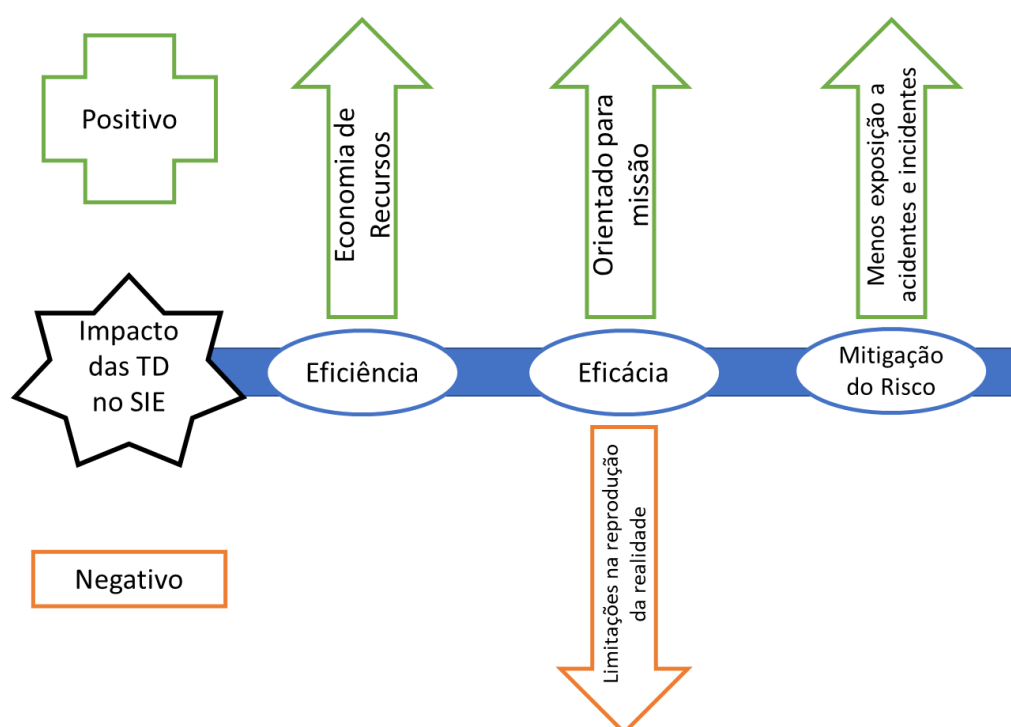


Figura 21 – Impacto das TD no SIE percebido após recolha de dados no Exército

Com os dados fornecidos pelo EdT, complementado com a informação recolhida de outros Exércitos, é possível estabelecer uma analogia com o percebido quanto ao impacto atual das tecnologias no SIE referido acima. Contudo, denotam-se duas características que se destacam como potencialmente positivas para uso no SIE – a interoperabilidade e a RA. A interoperabilidade e integração entre sistemas distintos de simulação irá facilitar o EFT aos vários escalões, mantendo os objetivos dimensionados a cada nível. O entrosamento de vários sistemas que potenciem o sistema principal de simulação (como por exemplo a simulação de efeitos físicos com a perturbação da visibilidade e audição), vai introduzir novas condicionantes num simulador real. Tal será mais exequível fazendo uso de tecnologias mais recentes, nomeadamente de RA, o que permite simulações mais próximas

da realidade combinando efeitos físicos com a digitalização dos sistemas de armas e de C2. Também a necessidade de serem empregues valências fortes da IA como TD no seu sistema de instrução não é visível.

Assim, a interoperabilidade fomenta a *Eficiência* e a *Eficácia*, enquanto que a RA vai significativamente aumentar a *Eficácia*, em proporção com a evolução tecnológica dos sistemas, e não necessariamente com o uso de sistemas disruptivos. Face a estas conclusões e às respostas dadas à QD1 e QD2, é possível responder à QC atingindo o OG: O uso de TD no SIE tem um impacto positivo na *Eficiência*, *Eficácia* e *Mitigação do Risco* em contexto do EFT. Contudo, a fim de alavancar esses efeitos positivos e contrariar potenciais efeitos negativos, deve ser dada primazia a sistemas que sejam interoperáveis entre si, mesmo entre níveis de simulação, empregando sistemas de RA sempre que adequado e praticável, tornando a instrução o mais realista possível. Os efeitos positivos são provocados em proporção com a evolução dos sistemas e não obrigando a existir disrupção com novos sistemas. Como ilustração da resposta à QC a Figura 22 mostra o impacto das TD no SIE.

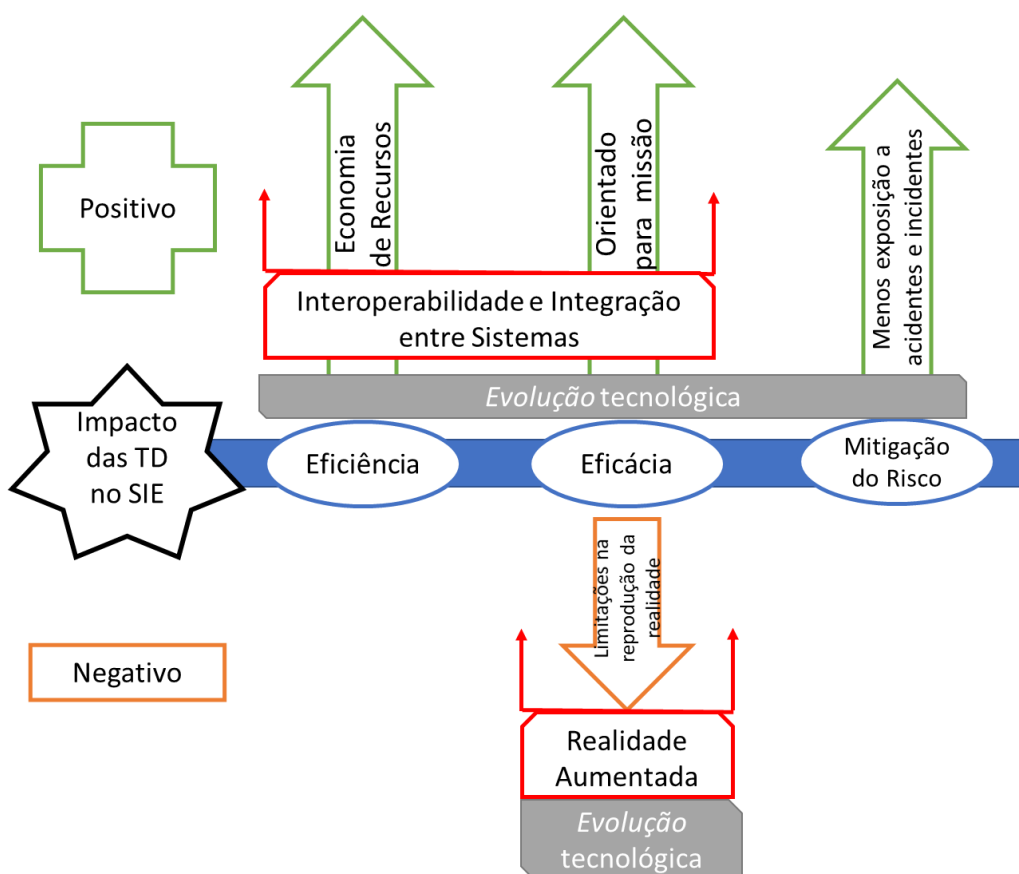


Figura 22 – Impacto das TD no SIE



5. Conclusões

A evolução tecnológica traz novas possibilidades aplicáveis em proveito do EFT em contexto militar. Entre essas tecnologias destacam-se as TD, as quais se distinguem das demais pelas capacidades de inovação que oferecem, conferindo uma nítida vantagem a quem as possuir. Este trabalho tem como objeto de estudo o impacto (tanto positivo, como negativo) que o uso de TD pode surtir no SIE, versando sobre as tecnologias de Simulação Construtiva, Simulação Computadorizada 3D, RV e RA, sendo elas produtos potenciados pela TD de IA.

Esta investigação seguiu um raciocínio indutivo suportado por um desenho de pesquisa comparativo. Na fase exploratória foram apuradas quais as TD consideradas mais relevantes em contexto do SIE e determinadas quais as tecnologias com afinidade com a IA que atualmente são utilizadas no SIE, através da elaboração de questionários e de análise de fontes documentais. Na fase analítica, a fim de recolher perceções acerca das características do uso das tecnologias em análise perante o SIE, foram conduzidas entrevistas a entidades dentro do Exército que detêm funções influenciadoras do SIE, bem como a Exércitos aliados, complementado com análise documental. Na fase conclusiva foi efetuada a comparação entre os dados recolhidos dentro do Exército e os relativos a outros Exércitos.

Após a recolha de dados junto de entidades do Exército, foi possível identificar a convergência de características comuns com o uso das tecnologias visadas neste trabalho, não só pela experiência das tecnologias já existentes, mas também pelo conhecimento que as entidades detêm de outros Exércitos. Da análise de dados recolhidos dentro do Exército foi possível concluir que estas tecnologias, embora não incluindo de forma evidente a IA, se constituem como sistemas mais evoluídos e não disruptivos, conquanto geram efeitos positivos na Eficiência, Eficácia e Mitigação do Risco no SIE. Conquanto, é considerado em concordância o facto da limitação da reprodução da realidade por algumas tecnologias acarretar efeitos contrários, em especial no que concerne à Eficácia do EFT.

Analisando os dados referentes a outros Exércitos, constata-se que existe uma premente preocupação com a interoperabilidade e integração entre sistemas de simulação, o que potencia positivamente a Eficiência e a Eficácia. Outra ilação retirada destas observações é que a adoção de novos sistemas de RA mais evoluídos, não necessariamente dotados das capacidades mais poderosas de IA, permite contrariar o efeito de afastamento da realidade que algumas tecnologias podem provocar, afetando negativamente a Eficácia do EFT.



A investigação permitiu responder às QD e QC, e assim consequentemente aos OE e OG, permitindo as suas conclusões formular uma teoria referente ao objeto de estudo: O uso de tecnologias derivadas de IA produz um impacto positivo na Eficiência, Eficácia e Mitigação do Risco em contexto do EFT no SIE, podendo a maximização dos efeitos positivos ser obtida através de sistemas interoperáveis entre si aos diferentes níveis de simulação, e a minimização dos negativos empregando sistemas de RA a fim de tornar a instrução mais próxima da realidade do campo de batalha. Como fator tecnológico multiplicador dos efeitos positivos, verifica-se a inovação e evolução como assertória, e não a disrupção com premente impacto no SIE.

Esta investigação é única no que concerne ao seu objeto de estudo e objetivo, pois, partindo da TD de IA, correspondeu-se-lhe tecnologias que correntemente são aplicadas ao SIE, permitindo uma avaliação transversal do impacto que estas lhe apõem e potencialmente lhe poderão trazer, resultando em considerações e conclusões que permitem uma análise de como será possível potenciar a instrução no Exército. As ilações desta investigação permitem afirmar que o uso destas tecnologias no SIE contribuem para o desiderato da DEE 2019-2020 e prospetivar que nos próximos anos, o uso da IA como TD, não irá mudar paradigmas no SIE, mas sim que a inovação e evolução das tecnologias que se lhe subsidiam sustentarão ao SIE um efeito multiplicador da Eficiência, Eficácia e Mitigação do Risco.

O universo de recolha de dados foi afetado pela pandemia mundial CoViD-19, o que resultou na diminuição da amostra dos dados, nomeadamente nas respostas de outros Exércitos, tendo só respondido em plenitude o Exército Espanhol, o que restringiu a ambição inicial gizada na fase exploratória da investigação, resultando em uma menor validade e fiabilidade do desenho de pesquisa comparativo.

Apesar das limitações imputadas à investigação, a informação recolhida permitiu alcançar os propósitos inicialmente gizados, podendo a presente investigação originar estudos futuros. Sugere-se assim que seja avaliado o impacto das TD nas matérias e técnicas usadas na instrução no SIE, tendo como enquadramento o NAOp descrito neste trabalho, que apresenta novos obstáculos e ameaças. Outra investigação proposta é a avaliação do rácio custo-benefício dos vários sistemas de simulação comparando um universo de utilizadores de sistemas de simulação em face de outro que dispensem o uso dos mesmos, recorrendo eventualmente a dados de outros Exércitos, se entendido pelo(s) investigador(es).

Conforme as ilações retiradas desta investigação, recomenda-se que o Exército avalie a possibilidade de interoperabilidade, quando aplicável, entre os vários simuladores que



dispõe e também equacione o maior uso de sistemas com RA, adquirindo eventualmente sistemas mais recentes que tragam novas capacidades e potencialidades que exponenciem a Eficácia, Eficiência e Mitigação do Risco no SIE.



Referências Bibliográficas

- Almeida, F. (2019, 16 de abril). *The Role of Serious Games, Gamification and Industry 4.0 Tools in the Education 4.0 Paradigm*. doi:10.30935/cet.554469
- Apex Officer. (s.d.). Synthetic Training Environment [Página online]. Retirado de <https://www.apexofficer.com/synthetic-training-environment>
- Bidwell, C. A., & MacDonald, B. (2018). Emerging Disruptive Technologies. Retirado de <https://fas.org/wp-content/uploads/media/FAS-Emerging-Technologies-Report.pdf>
- Bohemia Interactive Simulations. (s.d.). VBS3. Retirado de <https://bisimulations.com/products/vbs3>
- Borrego, J. (2010). *A política de simulação militar e o mercado de treino virtual*. (Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial General 09/10). Instituto de Estudos Superiores Militares, Lisboa.
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods* (4ª ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Cambridge Dictionary. (s.d.). Cambridge Dictionary [Página online]. Retirado de <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/virtual-reality>
- CEME. (2009). *Diretiva nº170/CEME/09 - Política de Simulação para o Exército*.
- CRS. (2019, 19 de dezembro). Defense Primer: Emerging Technologies. Retirado de <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11105>
- Curry, J., Price, T., & Sabin, P. (2015). Commercial-Off-the-Shelf-Technology in UK Military Training. *Simulation & Gaming*, 7-30. Retirado de <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1046878115600578>
- De Spiegeleire, S., Maas, M., & Sweijs, T. (2017). *Artificial Intelligence And The Future Of Defense*. The Hague: The Hague Centre for Strategic Studies.
- EdT. (2020). *Oficio 515/SETEC/UAGR/EXT-PETICINFO - OUT.- PORTUGAL. SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI) SOBRE DISRUPTIVE TECHNOLOGIES*. Madrid: Ejército de Tierra.
- EME. (1989). *Manual do Utilizador do Simulador de Tiro Laser "SITPUL" para Esp Aut G-3 e ML HK-21*. Lisboa: EME.
- EME. (2002). Regulamento Geral de Instrução do Exército. Lisboa: EME.
- EME. (2014). *Guia para a Simulação no Exército*. Lisboa: EME.
- EME. (2018). *Nota Nº DR/RI-2018-005524 (Meios e Sistemas de Simulação - Existências)*. Lisboa: EME.



- EME. (2020a). *PDE 7-00 - Sistema de Instrução do Exército - Ensino, Formação e Treino*. Lisboa: EME.
- EME. (2020b). *PDE 7-70-00 Formação e Treino de Armas de Fogo Ligeiras*. Lisboa: EME.
- Fonseca, P. (2019, 30 de outubro). Realidade Virtual. Um sucesso inovador ou um falhanço repetido? Retirado de <https://www.afcea.pt/2019/10/30/tema-para-debate-realidade-virtual/>
- Franke, U. E. (2019, dezembro). Not Smart Enough: The Poverty Of European Military Thinking On Artificial Intelligence. Retirado de https://www.ecfr.eu/publications/summary/not_smart_enough_poverty_european_military_thinking_artificial_intelligence
- GabCEME. (2019). Diretiva Estratégica do Exército 2019-2020.
- Grest, H. (2019). What is a Multi-Domain Operation? Retirado de <https://www.japcc.org/what-is-a-multi-domain-operation/>
- Guerra, I. (2006). *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo. Sentidos e formas de uso*. Lisboa: Principia.
- High-Level Expert Group on AI. (2019, 08 de abril). A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines. Retirado de <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines>
- Hsu, J. (2010, 19 de agosto). For the U.S. Military, Video Games Get Serious. Retirado de <https://www.livescience.com/10022-military-video-games.html>
- HTX Labs. (s.d.). VR Training For Military [Página online]. Retirado de <https://www.htxlabs.com/vr-training-for-military>
- IISS. (2019). *The Military Balance 2019*. Londres: IISS.
- ISO. (2015). ISO/IEC 2382:2015. Retirado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:2382:ed-1:v1:en>
- IUM (2018). *NEP/INV 001 Trabalhos de Investigação*. Lisboa: IUM.
- Joint Chiefs of Staff. (s.d.). Joint Chiefs of Staff [Página online]. Retirado de <https://www.jcs.mil/>
- Kikiras, P. (2017). Disruptive defence innovations ahead! *European Defense Matters*(14), 8-10. Retirado de <https://www.eda.europa.eu/webzine/issue14/cover-story/disruptive-defence-innovations-ahead>



- Lele, A. (2019). *Disruptive Technologies for the Militaries and Security*. Singapura: Springer.
- Llamas, J. (2018, 24 de abril). La simulación en el ámbito del Ejército de Tierra. Retirado de <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/Lists/Publicaciones/Attachments/224/06%20COR%20JOSE%20MARTIN%20LLAMAS%20-%20MADOC%20ET%20-%20SIMULACION-ET.pdf>
- LLNL. (s.d.). JCATS [Página online]. Retirado de <https://csl.llnl.gov/jcats>
- Long, J. (2019, 16 de janeiro). Disruptive Innovation Wins Wars. Here's How the Army Can Get Better at It. Retirado de <https://mwi.usma.edu/disruptive-innovation-wins-wars-heres-army-can-get-better/>
- Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D., & Salomäki, J. (2019, 12 de novembro). Live–virtual–constructive simulation for testing and evaluation of air combat tactics, techniques, and procedures, Part 1: assessment framework. Retirado de <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1548512919886375>
- MASA Group. (s.d.). MASA SWORD [Página online]. Retirado de <https://masasim.com/markets/defense-2/>
- Ministère des Armées. (2017, 20 de janeiro). Le ministère de la Défense lance la réalisation du programme Cerbere. Retirado de <https://www.defense.gouv.fr/dga/actualite/le-ministere-de-la-defense-lance-la-realisation-de-cerbere>
- NATO. (2018, 08 de novembro). *AAP-06 NATO Glossary of Terms and Definitions*. Brussels: NATO Standardization Office.
- NMSCE. (s.d.). NATO Exercise Support, M&S Integration Specialist Course 2020 [Página online] Retirado de <https://www.mscoe.org/courses/nato-exercise-support-ms-integration-specialist-course-2020/>
- NSCPC. (2016). *Simulação Construtiva - VIGRESTE_V2*.
- NSO. (s.d.). NATO Terminology Database [Página online]. Retirado de <https://nso.nato.int/natoterm/content/nato/pages/home.html?lg=en>
- Pedersen, E., & Lillesø, J. (s.d.). Integrating Command & Control With Modelling & Simulation To Evaluate Courses Of Action [Página online]. Retirado de <https://masasimulation.files.wordpress.com/2017/04/integrating-command-control-with-modelling-simulation-to-evaluate-courses-of-action-systematic-p.pdf>



- Pires, N. L. (2018). *O novo conceito de “Multi-Domain Battle” e suas implicações na edificação de capacidades*. (Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial General 17/18) . IUM, Lisboa.
- Ramos, G., Nunes, P., Rouco, J., Domingues, M., Dias, M., Resende, J., & Dias, L. (2018, 11 de novembro). Planeamento do Treino de Combate em Ambiente Urbano, Utilizando Realidade Virtual e Aumentada. Retirado de https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/16909/1/Comando_Lideran%c3%a7a_V3.pdf
- Reilly, J. M. (2019). Multi-Domain Operations. Retirado de Joint Air Power Competence Centre: <https://www.japcc.org/multi-domain-operations/>
- Revista de Artilharia. (2016, 27 de julho). Sistema de Simulação de Tiro Infront – Upgrade 3D. Retirado de <http://www.revista-artilharia.pt/noticiasdet.asp?idNoticia=200>
- Ribeiro, C. (2018). *Centro de Treino Conjunto e de Simulação das Forças Armadas* (Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a General 17/18). IUM, Lisboa.
- Roblin, S. (2019, 30 de setembro). Don't Just Call Them 'Drones': A Guide To Military Unmanned Systems On Air, Land And Sea. Retirado de <https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2019/09/30/dont-just-call-them-drones-a-laypersons-guide-to-military-unmanned-systems-on-air-land-and-sea/>
- RPARAS. (2016, 07 de março). Nota nº 06/16 RPARAS - Centro de Simulação Aeroterrestre - Centro de Simulação de Lançamento de Pessoal e Material. Tancos.
- Santos, L. A., & Lima, J. M. (2019). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação* (2ª ed., Vol. Cadernos do IUM 8). Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- SIPRI. (s.d.). Emerging military and security technologies [Página *online*]. Retirado de <https://www.sipri.org/research/armament-and-disarmament/emerging-military-and-security-technologies>
- Szondy, D. (2014, 02 de abril). US Army examining next-gen augmented reality "live synthetic" simulations. Retirado de <https://newatlas.com/army-live-synthetic-future-combat-simulation/31312/>
- The Canadian Press. (2013, 22 de dezembro). Canadian military using video simulations and popular shooting games to boost ordinary training. Retirado de <https://nationalpost.com/news/canada/canadian-military-using-video-simulations-and-popular-shooting-games-to-boost-ordinary-training>



- Tuomi, I. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- U.S. Army. (s.d.). America's Army [Página *online*]. Retirado de <https://aa3.americasarmy.com/>
- Venture Scanner. (2016, 22 de março). Artificial Intelligence Q1 Update in 15 Visuals. Retirado de <https://www.venturescanner.com/2016/03/22/artificial-intelligence-q1-update-in-15-visuals/>
- Wijninga, E. (2019). Training Joint Forces for Multi-Domain Operations. Retirado de <https://www.japcc.org/training-joint-forces-for-multi-domain-operations/>

Anexo A — Distribuição dos Sistemas de M&S no Exército Português

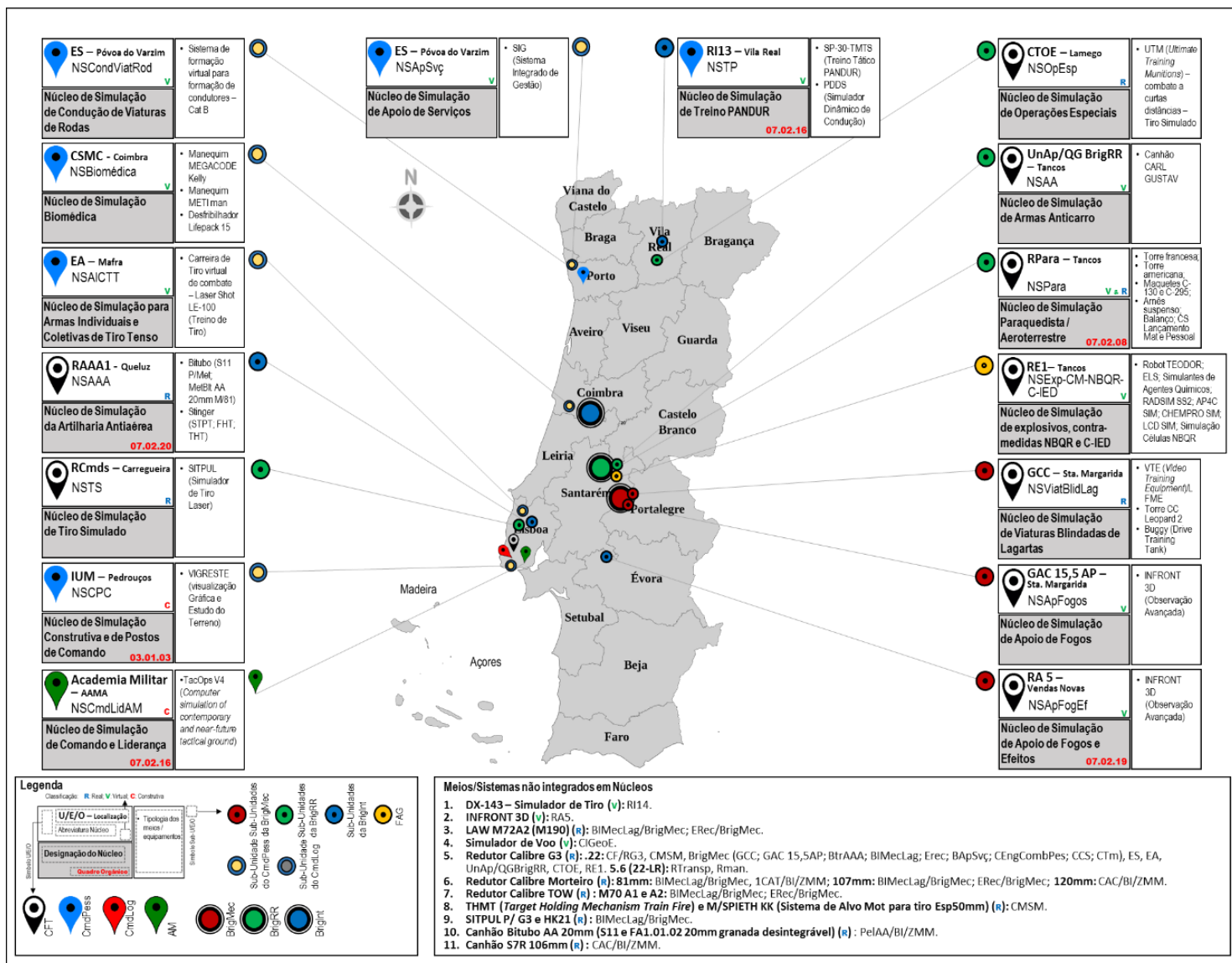


Figura 23 – Sistemas de M&S do Exército Português

Fonte: EME (2018).

**Anexo B — Tecnologias no Sistema de Instrução do Exército Espanhol**

O seguinte Quadro e considerações resume as tecnologias em uso no Sistema de Instrução do Exército Espanhol, conforme informação recebida (EdT, 2020).

RFI RESPONSE: "DISRUPTIVE TECHNOLOGIES USED IN THE ARMY INSTRUCTION SYSTEM"
(SPANISH ARMY)

Quadro 2 - Tecnologias usadas no Sistema de Instrução do Exército Espanhol

Technological Area	Instruction Component (Military Education, Initial Training or Operational Training)	By which system/ technology	Applied to.. (e.g. tank driving, fire practice..)	Description (attached document, link, simple text..)	Key Benefits/ Disadvantages
Constructive Simulation	Military Education	CASIOPEA MINERVA (SWORD)	Leadership and decision making	See remark 1 below.	
	Initial Training	Not in use	N/A		
	Operational Training	CASIOPEA MINERVA (SWORD)	Command Post Staff training at Brigade and Battalion level.	See remark 1 below.	Practice conducting operations without having live units in the field.
3D Computer Simulation	Military Education	Virtual Battle Space Steel Beasts Pro	Leadership and decision making	See remark 2 below. See remark 3 below.	Practice command of platoon level units and section level units without having troops.
	Operational Training	Steel Beasts Pro	Training of tank and infantry fighting vehicles crews. Practice tactics, techniques and procedures from individual level to Company level, mainly in heavy units. CPX CAX at battalion level (also to brigade level with limitations) Mission rehearsal.	See remark 2 below	Fuel and ammo savings. Improve battlefield visualization. Help mission understanding.
	Operational Training	Virtual Battle Space	Practice tactics, techniques and procedures from individual level to platoon level, mainly in light and dismounted units Mission rehearsal.	See remark 3 below	Fuel and ammo savings. Improve battlefield visualization. Help mission understanding.
Virtual Reality	Military Education	Not in use	N/A		
	Initial Training	Not in use	N/A		
	Operational Training	SIMACA	JTAC training	See remark 4 below	Improve battlefield visualization
Augmented Reality	Military Education	Not in use	N/A		
	Initial Training	Not in use	N/A		
	Operational Training	Not in use	N/A		

Fonte: EdT (2020).



DESCRIPTION REMARKS

1. CASIOPEA is a development of the Spanish Army that will soon be replaced by the new MINERVA constructive simulator. MINERVA is based on SWORD commercial software developed by MASA. For more information see the manufacturer's website at www.masasim.com
2. Steel Beasts Professional is a product of the eSim Games brand, for more information see the manufacturer's website at www.esimgames.com
3. Virtual Battle Space is a product of the Bohemia Interactive Simulations brand, for more information see the manufacturer's website at www.bisimulations.com
4. SIMACA is a fire support simulator developed by the Spanish company TECNOBIT. SIMACA has a position dedicated to JTAC training in which the soldier uses virtual reality glasses to see the approach of the aircraft from any direction, beyond the image presented on the large display screen of the simulator itself. See image 1 at the end of this document. For more information see also:
https://www.youtube.com/watch?v=D5va0H8Fp_M
<http://grupooesia.com/portfolio-productos-ingenieria/simaca-2/?filter=76>



Apêndice A — Guião das Entrevistas a entidades do Exército Português

Questão 1: *Quais das seguintes tecnologias são utilizadas na(s) componente(s) do SIE sob a responsabilidade da sua UEO?*

Questão 2: *Quais são as potencialidades e limitações que a adoção de cada uma das seguintes tecnologias poderão trazer ao SIE?*

Tecnologias:

Simulação Construtiva [através de sistemas informáticos, destina-se a preparar comandantes e estados-maiores no processo de tomada de decisão, simulando o combate, ação das forças, equipamentos e influência do terreno ao serem inseridas as decisões a cada escalão que irão impactar na conduta da operação militar simulada, e ainda que recorrendo à inteligência artificial do sistema possa responder por forças amigas ou inimigas quando não se pretenda que seja um militar a controlá-las, e. g. MASA SWORD (<https://masasim.com/markets/defense-2/>)]:

Simulação Computorizada em 3D [simulação em sistema informático com gráficos muitos semelhantes à realidade, em 3 dimensões, que visam simular cada combatente controlado por um militar respetivo, como por exemplo sistemas de simulação de combate na 1ª pessoa, e. g. VBS3 (<https://bisimulations.com/products/vbs3/>)]:

Realidade Virtual [através de sistemas que alteram totalmente a perceção da realidade, normalmente óculos virtuais ou ecrãs, permite o treino do militar que ao executar ações físicas reais terá um impacto virtual na sua perceção e no sistema simulado, e.g. Synthetic Training Environment (<https://www.digitaltrends.com/cool-tech/synthetic-training-environment-vr-training/>)]:

Realidade Aumentada [através de sistemas que alteram parcialmente a perceção da realidade, normalmente óculos virtuais, conjugando a realidade com perceções introduzidas pelo sistema permite o treino do militar que ao executar ações físicas reais terá um impacto físico, virtual ou ambos na sua perceção e no sistema simulado, e.g. Synthetic Training Environment (<https://www.apexofficer.com/synthetic-training-environment/>)]:



Apêndice B — Pedido de Informação a Exércitos estrangeiros aliados

Major (OF-3 PRT-Army) Tiago Guedes is a Joint Staff Course 2019/2020 student at the Military University Institute (IUM) and he is enrolled on a military academic research for his final investigation thesis under the theme “The Impact of Disruptive Technologies on the Portuguese Army Instruction System ”, which is framed in the research activities of IUM.

He’s studying the application of some technologies (which some can be considered as disruptive) to the three components of the Portuguese Army Instruction System: Education (Military Academy and IUM); Initial Training (first learning on some areas like vehicle driving, maintenance, etc.); and Operational Training (fire range training, constructive simulation, etc.)

To accomplish this, he is studying some allied armies, to be aware of what they use in these components, so that in the end the data can be analysed and provide an evaluation of the possible technologies’ application to the Portuguese Army.

I kindly request your help, to redirect this request to the entity(ies) you consider suited regarding this subject.

The information needed is:

- 1. Which technologies are your Army currently applying to the three components of the Instruction System,*
- 2. to which activities (driving, fire practice, etc.),*
- 3. and associated descriptive information of each one.*

The information can be summarized in the following table:

<i>Technological Area</i>	<i>Instruction Component (Military Education, Initial Training or Operational Training)</i>	<i>By which system/ technology</i>	<i>Applied to.. (e.g. tank driving, fire practice..)</i>	<i>Description (attached document, link, simple text..)</i>	<i>Key Benefits/ Disadvantages</i>



Constructive Simulation					
3D Computer Simulation					
Virtual Reality					
Augmented Reality					

General Definitions of the referenced technologies:

Constructive Simulation: through computer systems, it is intended to prepare commanders and staffs in the decision-making process, simulating combat, military forces, equipment and influence of the terrain when decisions are inserted at each echelon that will impact the conduct of the simulated military operation, and resorting to the artificial intelligence of the system, it can answer for friendly or enemy forces when it is not intended that it be a military to control them.

3D Computer Simulation: computer system simulation with graphics very similar to reality, in 3 dimensions, which aim to simulate each combatant controlled by a respective real military, such as first-person combat simulation systems.

Virtual Reality: through systems that totally change the perception of reality, usually virtual glasses or screens, allows the training of the military that when performing real physical actions will have a virtual impact on their perception and on the simulated system.

Augmented Reality: through systems that partially change the perception of reality, usually virtual glasses, combining reality with perceptions introduced by the system allows the training of the military that when performing real physical actions will have a physical, virtual or both, impact on their perception and simulated system.

Thank you in advance for your collaboration!

**Apêndice C — Recolha de dados junto de entidades do Exército Português**

No Quadro 3 são listadas as entidades do Exército contactadas e entrevistadas que desempenham funções nas componentes do SIE e que contribuíram com dados para a fase analítica da investigação.

Quadro 3 – Recolha de dados junto de entidades do Exército Português

Fonte/Entidade Entrevistada	Função	Referência
Coronel (Cor) Pedro Ferreira	Diretor de Formação da EA	(P. Ferreira, entrevista presencial, 14 de fevereiro de 2020)
Tenente-Coronel (TCor) José Simões	Chefe do Gabinete de Cavalaria da EA	(J. Simões, entrevista presencial, 14 de fevereiro de 2020)
TCor Paulo Nunes	Chefe do Gabinete de Infantaria da EA	(P. Nunes, <i>email</i> , 18 de fevereiro de 2020).
Cor Tirocinado (Tir) Carlos Ribeiro	2ª Comandante e Diretor de Ensino da AM	(C. Ribeiro, entrevista por <i>email</i> , 12 de março de 2020)
Primeiro-Sargento João Balola	Sargento Adjunto da Secção de Formação do Regimento de Artilharia nº. 5	(J. Balola, <i>email</i> , 25 de março de 2020)
Major (Maj) Daniel Pegado	Chefe da Secção de Formação do Regimento de Paraquedistas	(D. Pegado, <i>email</i> , 27 de março de 2020)
Capitão Stephane Monteiro	Oficial Adjunto do Gabinete de Tática e Técnica do Movimento e Manobra da EA	(S. Monteiro, entrevista por <i>email</i> , 23 de abril de 2020)
TCor Nelson Soeiro	Chefe da Secção de Formação do Regimento de Infantaria nº. 13	(N. Soeiro, entrevista por <i>email</i> , 02 de abril de 2020)
Maj António Ferreira	Chefe da Secção de Planeamento, Programação e Coordenação da Direção de Ensino da Escola de Sargentos do Exército	(A. Ferreira, entrevista por <i>email</i> , 08 de abril de 2020)
TCor Rui Heleno	Chefe da Repartição de Instrução da Divisão de Recursos do EME	(R. Heleno, entrevista por <i>email</i> , 13 de abril de 2020)
Maj Hélder Parcelas	Coordenador de Área da Repartição de Instrução da Divisão de Recursos do EME	(H. Parcelas, <i>email</i> , 13 de abril de 2020)
TCor Telmo Hing	Chefe do G7 do Comando das Forças Terrestres	(T. Hing, entrevista por <i>email</i> , 14 de abril de 2020)
TCor Cláudio Ferreira	Chefe das Operações da Zona Militar da Madeira	(C. Ferreira, entrevista por <i>email</i> , 14 de abril de 2020)
Capitão Hugo Marrafa	Comandante da 2ª Bateria de Artilharia Antiaérea do Grupo de Artilharia Antiaérea	(H. Marrafa, <i>email</i> , 14 de abril de 2020)
TCor Jorge Marques	Chefe do G7 da Brigada Mecanizada	(J. Marques, entrevista por <i>email</i> , 18 de abril de 2020)
Major António Pereira	Chefe do Gabinete de Transportes do Departamento de Formação da ES	(A. Pereira, entrevista por <i>email</i> , 19 de abril de 2020)
TCor Hugo Ferreira	Chefe do G7 da Brigada de Reação Rápida	(H. Ferreira, entrevista por <i>email</i> , 20 de abril de 2020)
Cor Paulo Curro	Coordenador da Área de Ensino Específico do Exército	(P. Curro, entrevista por <i>email</i> , 20 de abril de 2020)
Major João Polho	Professor e Adjunto do Gabinete de Tática de Infantaria da AM	(J. Polho, entrevista por videoconferência, 22 de abril de 2020)



TCor Ricardo Camilo	Chefe da Repartição de Capacidades da Divisão de Planeamento de Forças do EME	(R. Camilo, entrevista por <i>email</i> , 22 de abril de 2020)
TCor João Fernandes	Chefe do NSCPC	(J. Fernandes, <i>email</i> , 28 de abril de 2020)
TCor Alexandre Fernandes	Adjunto do Chefe do NSCPC	(A. Fernandes, entrevista por <i>email</i> , 28 de abril de 2020)
Maj Emanuel Sousa	Coordenador de Área da Repartição de Capacidades da Divisão de Planeamento de Forças do EME	(E. Sousa, entrevista por <i>email</i> , 06 de maio de 2020)



Apêndice D — Resumo das entrevistas durante a fase analítica

Os seguintes Quadros, contêm resumos das entrevistas realizadas durante a fase analítica da investigação a entidades do Exército, referindo as principais ideias e interpretações.

Quadro 4 – Resumo das perceções acerca da Simulação Construtiva

Possibilidades/Vantagens	Limitações/Desvantagens
Preparação da força e respetivo EM, agilizando o processo de tomada de decisão, garantindo também a realização de exercícios; apoio à decisão e às operações, permitindo <u>ensaiar a missão</u> (<i>mission rehearsals</i>) para garantir que os subordinados a compreendem; <u>testar novos conceitos</u> doutrinários e <u>novas capacidades dos sistemas de armas</u> . (C. Ribeiro, <i>op. cit.</i>)	Necessita de um <u>avultado investimento inicial</u> para aquisição dos programas de simulação construtiva e/ou para o seu desenvolvimento; <u>rápida obsolescência do software</u> de simulação; exige <u>peçoal especializado</u> na sua operação e manutenção; <u>dificuldades de interoperabilidade</u> entre as ferramentas de simulação e os sistemas de C2. (C. Ribeiro, <i>op. cit.</i>)
Permite o treino dos EM com <u>menores custos</u> . Permite <u>desenvolver e aprimorar modelos de resposta a problemas</u> que poderão ser usados em exercícios e/ou operações. (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)	Necessita grande <u>envolvimento das Chefias</u> (nem sempre estão abertas a novas experiências, ou estão <u>pouco sensibilizadas para a área tecnológica</u> e/ou dispõem de poucos conhecimentos na área). A <u>vivência diária</u> das Grande Unidades <u>não deixa tempo aos Oficiais de EM</u> para desenvolverem capacidades na área do treino/instrução, levando a que exerçam diversas funções, em acumulação. Obriga a uma mudança comportamental e cultural. (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)
Considera-se que a adoção de um sistema desta natureza, possibilitará que os nossos quadros participem em exercícios nacionais e internacionais, desde Portugal, tendo em conta que o mesmo permitirá a integração com sistemas congêneres dos países aliados e nesse sentido, proporcionar uma <u>poupança considerável em recursos financeiros</u> . A adoção de um sistema de simulação construtivo, deverá acima de tudo satisfazer o <u>requisito essencial de ser interoperável</u> com os sistemas similares dos outros países aliados e parceiros, para que permita ao Exército aumentar a sua participação em exercícios internacionais, com um reduzido custo. (J. Marques, <i>op. cit.</i>)	<u>Elevados custos que a implementação</u> de um sistema desta natureza poderá acarretar para o Exército e ainda, a <u>necessidade</u> de ser criada/adaptada uma <u>estrutura que receba e gira</u> a utilização destes meios. Em Espanha por exemplo, o respetivo Exército tem um Centro (<i>Cientro de Adestramiento</i>) em Saragoça. (J. Marques, <i>op. cit.</i>)
Esta solução é particularmente <u>útil em situações</u> em que a <u>falta de executantes</u> é mais notória. Pode muito bem aplicar-se à situação que o Exército experiencia atualmente com a falta de efetivos na classe das praças. Por outro lado, permite em situações didáticas, por exemplo cursos e ações de formação, <u>treinar as lideranças na aplicação de conhecimentos e prática de decisões, sem impactos reais nas forças</u> . (H. Ferreira, <i>op. cit.</i>)	
No caso da Área de Ensino Específica do Exército (AEEEx) e no que concerne aos cursos aqui ministrados (Curso de Promoção a Oficial Superior e Curso Avançado de Planeamento Militar Terrestre) estas ferramentas de simulação e de alteração da realidade são todas bem-vindas e importantes. É uma ferramenta que serve para	Estes sistemas de simulação podem por vezes transformar aquilo que é uma ferramenta de apoio na atividade principal, ou seja todos estes sistemas <u>deverão servir apenas para complementar</u> e se possível fazer o treino até à exaustão. Doutro modo, poderemos estar a criar "jogos de computador" e começarmos a ficar <u>alheados da verdadeira</u>



<p>substituir a realidade, muitas das vezes com <u>mais conforto e custos associados menores</u>. Possibilitam o <u>treino e as correções na aprendizagem</u>. Muita das vezes, por exemplo em temas táticos, o facto de <u>simular determinadas operações possibilita um melhor entendimento da mesma quer na fase de planeamento quer na conduta</u>, o qual <u>só conseguiria ter o mesmo efeito com a utilização real de subunidades no terreno</u>.</p> <p>No caso da AEEEx, acho que a Simulação Construtiva é aquela que se deverá aplicar aos cursos aqui ministrados. (P. Curro, <i>op. cit.</i>)</p>	<p><u>realidade</u>. É muito <u>importante a realidade!</u> (P. Curro, <i>op. cit.</i>)</p>
<p><u>Baixo custo-benefício do sistema e portabilidade</u>. No <u>Ensino</u> permite validar <u>procedimentos de C2 e validar o planeamento das TTP</u>, bem como uma <u>visualização integrada das várias Armas e Serviços</u>. No <u>Treino Operacional</u> permite treinar com informação cartográfica do <u>local real onde vão operar</u>. (J. Polho, <i>op. cit.</i>)</p>	<p>Requer bastante <u>experiência</u> tática dos utilizadores para ser possível <u>tirar todo o partido do sistema</u> para a instrução. <u>Não substitui a execução prática</u>. (J. Polho, <i>op. cit.</i>)</p>
<p>Pode ser <u>utilizado na formação e no treino</u>. Na formação, desde a AM até ao Curso de Promoção a Oficial General. No treino, para exercícios de postos de comando para os EM de brigada e eventualmente Comando das Forças Terrestres. <u>Interoperabilidade</u> com os modernos <u>sistemas de C2</u>. As <u>atualizações</u> são processos relativamente <u>simples</u>. O Exército tem <u>prevista a aquisição</u> de um sistema deste tipo, através da <u>Lei de Programação Militar, com financiamento em 2022 e 2023</u>. (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)</p>	<p>Facto de ficar sempre <u>associado a uma fee anual para licenças de software</u>, sendo que este ponto <u>poderá ser colmatado pelo modelo de negócio</u> que se contratualize. (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)</p>
<p>Ensino: <u>Conhecimento de ferramentas</u> para apoio à decisão; <u>Preparação para futuras funções</u> de apoio à decisão.</p> <p>Formação: Módulos próprios para a formação.</p> <p>Treino: <u>Treinar o planeamento e emprego de forças</u> em cenários construídos. (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)</p>	<p>Ensino: Aplicável ao posto de capitão e oficial superior; A sua utilização futura poderá estar desadequada, face à tecnologia existente (outro programa); <u>Aplicável no médio prazo</u> no âmbito da carreira militar.</p> <p>Formação: Pouca aplicabilidade no contexto de formação, salvo, na formação específica de operadores dos respetivos sistemas.</p> <p>Treino: <u>Tempo para construir o cenário</u> e adaptar à audiência alvo. (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)</p>

Quadro 5 – Resumo das perceções acerca da Simulação Computadorizada 3D

Possibilidades/Vantagens	Limitações/Desvantagens
<p>As capacidades técnico-táticas que o sistema pode desenvolver nos militares, <u>potencia o treino, poupando tempo e recursos</u>. <u>Estimula o espírito de equipa</u>.</p> <p>As <u>novas gerações facilmente aderem</u> a esta metodologia de treino. (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)</p>	<p><u>Necessita de salas e materiais específicos (custos elevados)</u>. <u>Carece de formação nas plataformas</u>. (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)</p>
<p><u>Permite o treino na primeira pessoa</u>. (H. Ferreira, <i>op. cit.</i>)</p>	<p>Utilização desta tecnologia <u>aos mais baixos escalões e para treino de tarefas específicas</u> e pontuais, pois não será possível utilizá-la em escalões superiores a companhia, inclusive. Esta solução parece ser <u>mais dispendiosa</u> (H. Ferreira, <i>op. cit.</i>)</p>
<p>Potencialidades para a <u>formação e treino individual e de baixos escalões</u>. <u>Incentivar a criatividade para a resolução de TTP</u>, dentro dos conceitos doutrinários e das capacidades dos</p>	<p>Como limitação, que <u>é mais um risco</u>, este tipo de sistema se não for corretamente utilizado e com regras bem definidas, <u>pode rapidamente ser visto pelos jovens militares</u>.</p>



meios, armamento e equipamento. Também, permite um <u>treino de tarefas críticas em segurança e testar as modalidades de ação</u> (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)	<u>como um jogo [distanciamento da realidade]</u> . (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)
Ensino e Formação: <u>Aumentar a percepção situacional</u> do combatente em vários ambientes não experienciados na realidade. Treino: Treinar o emprego de forças em cenários construídos; <u>Simular situações específicas</u> para a resolução de <u>acontecimentos críticos</u> . (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)	Ensino e Formação: Aplicável ao <u>mais baixo escalão</u> ; Limitada interação com outras tecnologias existentes ao nível do combatente; Coordenação facilitada entre combatentes (posicionamento, etc.) <u>não espelha a difícil percepção situacional da realidade</u> . Ensino: Oportunidade <u>limitada para o treino coletivo</u> da força; Oportunidade limitada para o treino individual da audiência alvo. (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)

Quadro 6 – Resumo das percepções acerca da Realidade Virtual

Possibilidades/Vantagens	Limitações/Desvantagens
Permite a <u>formação individual</u> do combatente; a preparação e treino de armamentos e sistemas de armas (tripulações de carros de combate, helicópteros, etc.); a <u>repetição sistemática</u> (ao <u>nível dos baixos escalões</u>), para testar os reflexos adquiridos que influenciam a conduta dos militares <u>garantindo a visualização da ação real no terreno</u> ; fornece um <u>ambiente seguro, controlado e de baixo custo</u> para treino das capacidades de combate; possibilita a <u>integração de das diversas funções de combate</u> e a utilização de uma infinidade de meios que, numa situação real, seriam difíceis de reunir e cujo custo de utilização seria elevado; <u>facilita a monitorização e a avaliação do treino realizado</u> ; diminui a necessidade de utilização de campos de instrução <u>preservando o meio ambiente</u> ; <u>simula de forma limitada</u> a execução de <u>atividades de alto risco</u> . (C. Ribeiro, <i>op. cit.</i>)	Necessita de <u>software</u> distinto para o <u>treino de cada área ou equipamento específico</u> ; exige a aquisição de equipamento de projeção, telas etc. para apoio à simulação. (C. Ribeiro, <i>op. cit.</i>)
<u>Otimizar a formação inicial</u> , pois possibilita simular, num <u>ambiente seguro e controlado</u> , tornando-os mais <u>eficientes</u> no desempenho das suas funções em <u>condições muito próximas da realidade</u> . Na fase inicial da atribuição de competências, <u>mitigar e reduzir o risco</u> , <u>aumentando a segurança</u> , e uma <u>economia ao nível dos gastos com combustível</u> , e <u>reduzir os gastos de manutenção</u> das viaturas reais. Permite o treino do tiro em qualquer ocasião <u>sem os custos associados do tiro com munições reais</u> , permitindo que o <u>treino</u> das guarnições seja <u>mais frequente e intensivo</u> , aumentando o seu rendimento. Podem validar os <u>procedimentos individuais de tiro</u> , antes da execução das sessões de fogo real. (N. Soeiro, <i>op. cit.</i>)	<u>Recursos financeiros</u> disponíveis para aquisição da tecnologia, e <u>garantir a interoperabilidade dos sistemas de simulação</u> (simuladores <u>partilhem o mesmo protocolo de comunicação</u>). Deve também ser acautelado os <u>riscos de não efetuar exercícios exclusivamente em ambiente simulado</u> , por segurança e redução de custos, pois é <u>necessário treinar de forma real</u> para saber se os militares/forças respondem cabalmente em situação real. (N. Soeiro, <i>op. cit.</i>)
As capacidades técnico-táticas que o sistema pode desenvolver nos militares, <u>potencia o treino</u> ,	<u>Necessita de materiais específicos</u> (custos elevados). <u>Carece de formação das plataformas</u> . (A. Ferreira, <i>op. cit.</i>)



<u>poupando tempo e recursos. Estimula o espírito de equipa. Poupa os materiais de combate. As novas gerações facilmente aderem a esta metodologia de treino.</u> (A. Ferreira, <i>op. cit.</i>)	
Simular a tarefa da condução em cenários de condução em condições atmosféricas adversas, eco condução, situações de excesso de velocidade e em casos de taxas de alcoolémia acima dos valores estabelecidos pela legislação (permite ao formando <u>simular as dificuldades</u> em termos de aumento de tempos de reação e afetação da visão entre outros). Excelente ferramenta para <u>nivelamento da formação</u> pois permite recuperar mais rapidamente formandos com mais dificuldades <u>sem haver desgaste de viaturas e combustível.</u> (A. Pereira, <i>op. cit.</i>)	O facto de não permitir ao formando sentir o “cheiro da pólvora no combate”, pois em <u>situação real de trânsito obriga o condutor a utilizar todas as suas capacidades perceptivas motoras.</u> (A. Pereira, <i>op. cit.</i>)
Útil para o treino de especialistas, como por exemplo condutores de carros de combate e/ou PANDUR. Pode ser utilizada para o <u>treino inicial</u> dos especialistas antes de terem contacto com os equipamentos propriamente ditos. (H. Ferreira, <i>op. cit.</i>)	<u>Não substitui o treino na viatura.</u> (H. Ferreira, <i>op. cit.</i>)
Treinar tarefas até atingir a <u>proficiência</u> , antes de passar para os equipamentos reais e treino real (e.g: um apontador de carro de combate M1 Abrams, nos EUA, só depois de passar nas tabelas de tiro no simulador virtual é que pode efetuar tiro real). <u>Redução dos custos de manutenção e sustentação</u> dos equipamentos (carros de combate, armas anti-carro, defesa antiaérea terrestre, PANDUR). Executar tarefas de elevado risco <u>em segurança.</u> (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)	O <u>investimento inicial é considerável e não substitui a formação/treino real, mas complementa</u> (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)
Ensino e Formação: Aumentar a percepção situacional do combatente em <u>vários ambientes não experienciados na realidade.</u> Treino: Treinar o emprego de forças <u>em cenários construídos</u> ; Simular <u>situações específicas</u> para a resolução de <u>acontecimentos críticos.</u> (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)	Ensino e Formação: Aplicável ao mais <u>baixo escalão</u> ; <u>Limitada interação com outras tecnologias</u> existentes ao nível do combatente; <u>Coordenação facilitada entre combatentes</u> (posicionamento, etc.) não espelha a difícil percepção situacional da realidade. Treino: <u>Oportunidade limitada</u> para o treino coletivo da força e individual da audiência alvo. (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)

Quadro 7 – Resumo das perceções acerca da Realidade Aumentada

Possibilidades/Vantagens	Limitações/Desvantagens
<u>Treino individual</u> dos soldados simulando, por exemplo emboscadas, ataques químicos, uso de mapas digitais, a comunicação interna, etc.; permite <u>ensaia a missão.</u> (C. Ribeiro, <i>op. cit.</i>)	É mais <u>adequado para uso interior que exterior.</u> (C. Ribeiro, <i>op. cit.</i>)
Além das enunciadas para a Realidade Virtual, o <u>desenvolvimento físico dos militares</u> (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)	Necessita de <u>materiais específicos (custos elevados).</u> Carece de <u>formação nas plataformas.</u> (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)



<u>Semelhante à Realidade Virtual</u> , mas com o <u>incremento de se aplicarem situações ambientais por forma a causar um dilema no utilizador</u> , ou seja, implicam um <u>dilema e uma decisão</u> . (H. Ferreira, <i>op. cit.</i>)	
<u>Aumentar as potencialidades anteriormente descritas para a RV</u> (por exemplo, caixa de areia virtual, em treino em combate em áreas edificadas <u>integrado num simulador de tiro virtual</u>). <u>Utilização não só para formação e treino, mas também para incorporar equipamentos para utilização real, nomeadamente na área de C2, em especial no apoio à decisão, especialmente nos comandantes de baixos escalões</u> (e.g: Através de uns <u>óculos que permitam estar ligado ao sistema de C2, e que dá indicações para apoio a navegação, localização das nossas tropas e de posições inimigas</u> entre outras). (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)	<u>Se não for utilizado corretamente, pode aumentar significativamente a carga cognitiva dos combatentes, podendo ser mitigado com a formação e treino</u> . (R. Camilo, <i>op. cit.</i>)
Ensino: Aumentar a <u>percepção situacional</u> do combatente <u>Conhecimento de ferramentas</u> para apoio à decisão/ apoio no emprego operacional. <u>Preparação para futuras funções</u> de apoio à decisão. Formação: Aumentar a <u>percepção situacional</u> do formador <u>relativamente aos meios/apoios de formação</u> ; <u>Conhecimento de ferramentas</u> para apoio à decisão/ no âmbito do emprego operacional. Treino: Treinar o <u>emprego de forças com informação em tempo real</u> ; Simular <u>situações específicas</u> para a resolução de <u>acontecimentos críticos</u> . (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)	Ensino e Treino: <u>Diffícil interação/gestão das tecnologias existentes ao nível do combatente; Meios disponíveis face ao número de formandos</u> . Treino: <u>Oportunidade limitada para o treino coletivo da força</u> . (E. Sousa, <i>op. cit.</i>)

Quadro 8 – Resumo das percepções das características transversais das tecnologias usadas nos sistemas de simulação

Possibilidades/Vantagens	Limitações/Desvantagens
<u>Redução da verba utilizada no treino real</u> ; Possibilidade de <u>treino orientado</u> para a missão (Cenário e tipo de missões); Treino a <u>todos os níveis e escalões</u> mais exequível e <u>com menos custos</u> ; <u>Aculturação dos militares na vanguarda da tecnologia</u> . (A. Ferreira, <i>op. cit.</i>)	<u>Grande investimento em equipamentos, formação e atualizações</u> ; Elevado número de pessoas envolvidas na manutenção dos equipamentos; <u>Decréscimo do treino real em detrimento do virtual</u> . (A. Ferreira, <i>op. cit.</i>)
<u>Compreensão de conceitos e processos complexos</u> , pela sua simplificação em representações compreensíveis e de fácil gestão; Provê uma <u>forma de testar percepções</u> e conhecimentos sobre sistemas e processos reais; <u>Avaliar o nível de treino</u> das UEO; Apoio à <u>elaboração e atualização de TTP</u> . Disponibiliza um elevado e <u>diversificado número de missões para treino</u> ; Aumenta a <u>disponibilidade dos sistemas operacionais</u> ; <u>Reduz as necessidades de movimento ou transportes</u> ; <u>Diminui os custos de operação dos equipamentos e os decorrentes de necessidades de aquisição dos mesmos</u> . <u>Melhoria da proficiência e performance dos operadores dos sistemas</u> ; permite <u>o treino de atividades e ações só possíveis de se verificarem em</u>	A Modelação e Simulação <u>nunca poderá substituir a realidade</u> ; <u>Necessita de um elevado grau de especialização dos seus operadores e pessoal afeto à sua manutenção</u> ; Precisa de um <u>elevado esforço económico</u> , principalmente nas suas fases de aquisição, estando o seu emprego, na maioria das situações, condicionado pelo custo económico e <u>critérios de rentabilidade</u> ; <u>Necessita de um processo evolutivo constante</u> , associado às novas tecnologias, aos recursos e aos novos sistemas de armas, materiais e equipamentos; Em determinadas situações necessitam de <u>instalações (infraestruturas), meios e medidas de segurança associadas específicas</u> . (R. Heleno, <i>op. cit.</i>)



<p><u>situação de combate real</u>; permite a existência de forças de oposição ou neutrais; permite uma elevada capacidade de observação, recolha de dados, avaliação e análise das ações efetuadas. <u>Melhora a segurança do pessoal</u>; diminui o desgaste e a probabilidade de ocorrência de avarias no material ou equipamento operacional; <u>reduz o impacto ambiental</u> resultante da operação real dos equipamentos. (R. Heleno, <i>op. cit.</i>)</p>	
<p>Depois de adquirido, não há mais gastos, exceto <u>custos de manutenção ou atualização</u>; <u>Não há baixas em combate/treino</u>; <u>poupa tempo e recurso</u> (são simulados). <u>Só se perde tempo a criar um cenário, depois é só utilizar e/ou atualizar</u>, criando variantes. <u>Treino</u> pode ser <u>desde</u> o nível <u>individual</u>, ao <u>coletivo</u>, passando pelo treino de EM de unidades. Embora não exista preocupação de incidente, há sempre a preocupação de falhar/chumbar. São ferramentas de trabalho que <u>podem ser empregues em qualquer componente</u> (EFT), dependendo de como se emprega. (T. Hing, <i>op. cit.</i>)</p>	<p><u>Custo de aquisição alto</u>; <u>Necessidade de formar</u> pessoal para trabalhar com estas novas tecnologias e dar formação. (T. Hing, <i>op. cit.</i>)</p>
<p>Um modelo do tipo “Centro de Simulação” será, em minha opinião, o mais adequado para a Simulação Construtiva e um “elemento/grupo” que realize o treino/instrução nas Unidades, será o mais indicado para as restantes tecnologias. (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)</p>	<p>Como em tantos outros projetos, <u>é necessário alocar meios (humanos e materiais)</u> que permitam desenvolver e manter os sistemas. As modalidades adotadas noutro tipo de projetos (militares em acumulação de funções) não são benéficas, nem para o projeto, nem para as funções primárias que os militares desenvolvem. <u>Distribuir os meios</u> e dar formação generalizada, vai fazer com que os <u>sistemas, com o tempo, não tenham a devida atenção</u> acabando por arruinar a capacidade. (C. Ferreira, <i>op. cit.</i>)</p>
<p>Em relação à Simulação Computorizada em 3D, à RV e à RA, creio que a adoção deste tipo de sistemas trariam grandes vantagens à formação e ao treino dos militares, nomeadamente, no que respeita aos <u>custos associados</u> a formar/treinar/certificar guarnições e soldados em sistemas reais. No entanto, constata-se que para além dos custos de treino/certificação em Portugal serem muitíssimo superiores, as guarnições espanholas quando vão para a Carreira de Tiro tem um <u>nível de desempenho melhor</u>, fruto do respetivo <u>sistema de certificação</u> de guarnições <u>assentar</u>, de forma robusta e estrutural, <u>na utilização de sistemas de simulação</u>. Considerar a utilização de sistemas de simulação como estruturais para o treino e certificação das guarnições, e dos soldados. <u>Aumento da segurança dos militares</u>, pois a utilização de sistemas de simulação <u>reduz</u> grandemente a <u>probabilidade da ocorrência de acidentes</u>, que em situações reais poderiam ser fatais. (J. Marques, <i>op. cit.</i>)</p>	<p>Para sistemas de simulação de condução dos vários tipos de viaturas, blindadas e não blindadas, elevados custos iniciais associados à sua compra e instalação, bem como a necessidade de uma estrutura/entidade/Unidade no Exército que faça a sua <u>gestão integrada</u>, à semelhança do Centro espanhol. (J. Marques, <i>op. cit.</i>)</p>
<p>A utilização das novas tecnologias é sem dúvida um fator que cada vez mais deve ser introduzido no treino militar, pois permite ao militar ter <u>contato com situações bastante realistas</u> do combate, que em situação real não é possível recriar. (N. Soeiro, <i>op. cit.</i>)</p>	



Apêndice E — Descrição de sistemas de M&S do Exército Português

Este apêndice descreve brevemente alguns sistemas de M&S em uso no Exército Português, em complemento ao descrito no corpo do trabalho.

1. VIGRESTE

O Exército dispõe do sistema de simulação construtiva VIGRESTE desde 1993 para apoio na execução de exercícios táticos do tipo *Command Post Exercise*, constituindo assim o início no Exército de um novo conceito de exercícios, apoiados por computador conforme refere o NSCPC (2016, p. 6).

O VIGRESTE está mais vocacionado para o treino de unidades de escalão batalhão até brigada, contudo ainda que com algumas limitações, permite o treino de unidades de escalão companhia/pelotão, constituindo-se correspondentemente como um sistema de simulação de Nível 1 e Nível 2 (NSCPC, 2016, p. 6).

Está prevista a substituição deste sistema por um novo sistema de simulação construtiva que obedeça aos requisitos operacionais já elaborados em 2016, entre eles, interfaces de interoperabilidade mais recentes e suporte de sugestão da melhor modalidade de ação, das várias carregadas no sistema pelo utilizador (NSCPC, 2016, p. 7). Está prevista a sua aquisição em 2022, financiada pela Lei de Programação Militar (R. Camilo, *op. cit.*).

2. TacOps

O TacOps é um sistema de simulação construtiva, mais dimensionado para baixos escalões e utilizado na AM e em algumas unidades operacionais. Permite simular várias tipologias de unidades militares, operáveis por um utilizador ou autonomamente pelo programa, permitindo assim simulações de forças opositoras sem intervenção permanente de um utilizador (J. Polho, *op. cit.*). A este sistema foi associado outro sistema de som que permite aos utilizadores simular as redes rádio de combate durante as operações simuladas e assim os procedimentos rádio de comunicações (J. Polho, *op. cit.*).



3. INFRONT 3D

O INFRONT 3D é usado no âmbito do treino na área da Artilharia de Campanha e esta série de produtos de simulação são explorados pelo Exército desde 1999 (Revista de Artilharia, 2016). Este sistema é um simulador de tiro indireto, baseado em computador que permite a formação dos Observadores Avançados da Artilharia de Campanha, a ligação a outros sistemas de treino de sistemas de armas de artilharia e morteiros no treino do Posto Central de Tiro, possibilitando ainda o treino dos Controladores Aéreos Avançados (Revista de Artilharia, 2016).

4. Simulador Tático e Dinâmico para VBR PANDUR II 8x8

Estão ao serviço do Exército dois simuladores para a Viatura Blindada de Rodas (VBR) PANDUR II 8x8, o Simulador Tático e Simulador Dinâmico. O Simulador Tático SP-30 permite a simulação até quatro viaturas e em cada uma a simulação de três funções: (i) condutor, (ii) apontador e (iii) chefe de viatura, dispondo cada posição dos comandos e monitores respetivos (N. Soeiro, *op. cit.*). Este simulador permite otimizar a formação inicial dos apontadores e chefes de viatura das tipologias PANDUR *Infantry Fighting Vehicle* e a manutenção das qualificações e treino operacional das guarnições das viaturas de tipologia PANDUR Porta Canhão 30mm (N. Soeiro, *op. cit.*).

O Simulador de Condução Dinâmica compreende uma cabine de treino que replica o compartimento de condução da viatura (virtualizando a imagem do exterior e ruído da viatura através de cinco monitores e sistema de som), assentando sobre uma plataforma de movimento que simula os efeitos da condução, como as oscilações e inclinações reagindo de acordo com as ações do condutor e terreno virtual carregado (N. Soeiro, *op. cit.*). Com estes sistemas é possível otimizar a formação inicial, a manutenção das qualificações e o treino operacional dos condutores das VBR PANDUR 8X8 (N. Soeiro, *op. cit.*).

Estes dois sistemas do Núcleo de Simulação PANDUR são Simuladores Virtuais e inserem-se no Nível 2 de Simulação (N. Soeiro, *op. cit.*).

5. Simulador de lançamento de paraquedistas e de carga aérea

Projeto em curso de um Centro de Simulação de Lançamento de Pessoal e Material do Núcleo de Simulação Aeroterrestre iniciado em 2016 (RPARAS, 2016), compreendendo dois simuladores: um para lançamento de pessoal e outro de material. O simulador de lançamento inclui a réplica das fuselagens das aeronaves CASA C-295 e Lockheed C-130



Hércules, virtualizando o som da aeronave através de sistema de som, a imagem exterior com recurso a projetores de alta resolução e produção de vento por meio de ventoinhas próprias (RPARAS, 2016). Este simulador está adaptado para formandos do Curso de Instrutor de Paraquedismo, Curso de Precursor Aeroterrestre e do Curso de Chefe de Salto de Abertura Manual, permitindo a familiarização com o conjunto de procedimentos a realizar a bordo das aeronaves para lançamento de paraquedistas, com ou sem marcação do solo, e em situações de emergência (RPARAS, 2016).

O Simulador para Lançamento de Carga Aérea não prevê a réplica da fuselagem de aeronaves, mas sim uma réplica de carga pronta para lançamento e um sistema de projeção de imagem (RPARAS, 2016). Este simulador é direcionado para formandos dos Cursos de Operador de Abastecimento Aéreo, Instrutor de Abastecimento Aéreo e Inspetor de Abastecimento Aéreo, possibilitando a familiarização com o lançamento de cargas a bordo de aeronaves bem como treinar os procedimentos de emergência, de inspeção e de lançamento de cargas pesadas (RPARAS, 2016).

6. Simulador de Tiro Virtual

O Núcleo de Simulação para Armas Individuais e Coletivas de Tiro Tenso sediado na EA, dispõe de um sistema de simulação virtual de Nível 1 que gera alvos por computador (EME, 2020b). Podem ser carregados vários programas que permitem a formação e treino com várias tipologias de armas ligeiras, sejam pistolas ou espingardas, ou armas pesadas e coletivas (EME, 2020b). Atualmente, apenas os programas de treino com arma individual e ligeira até quatro atiradores estão disponíveis; mas estão disponíveis programas desde a simulação de uma carreira de tiro com graficação de alvos, até à reprodução de vídeos editados com cenários reais.

7. Simulador de Condução de Viaturas Ligeiras

O Núcleo de Simulação de Condução de Viaturas de Rodas, sediado na ES, dispõe de um simulador de condução de viaturas ligeiras. Este auxilia a formação de novos condutores, através de programas de simulação interativos que permitem não só desenvolver no formando capacidades operacionais no controlo do veículo, mas também a capacidade tática em situações de perigo (A. Pereira, *op. cit.*). Com um enquadramento legal que autoriza o uso de simuladores virtuais de condução até 25% das horas de formação, este sistema proporciona várias funcionalidades, tais como, a de simular a condução em cenários de



condições atmosféricas adversas, excesso de velocidade e em casos de taxas de alcoolémia elevada; simulando as dificuldades em termos de aumento de tempos de reação e afetação da visão (A. Pereira, *op. cit.*).

8. SITPUL

O SITPUL é um sistema de simulação de armas ligeiras de tiro tenso com o fim de treinar o pessoal em condições próximas do real, através de emissores e recetores laser que simulam os disparos das armas ligeiras (EME, 1989). Este sistema acopla os emissores laser às armas que são acionados pela vibração mecânica provocada pelo disparo da arma com munição de salva, sendo configurável os alcances do disparo simulado e número de munições permitidas (EME, 1989). Os sensores recetores, são ajustados em arneses próprios para o tronco e para o capacete, sinalizando se ocorreu um tiro próximo ou se passou a existir uma baixa (EME, 1989).

9. Sistema Míssil Stinger *Tracking Head Trainer*

O Sistema Míssil Stinger THT proporciona treino de empenhamento e operação com este míssil antiaéreo, permitindo realizar a mesma sequência de operações para executar um empenhamento sobre uma aeronave sem ser necessário o lançamento real (H. Marrafa, *op. cit.*).